Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

A. Staderini - Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

VOL. III. DICEMBRE 1899. FASCICOLO UNICO.

Pubblicazione periodica. Conto corrente colla Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

Commemorazione di Alessandro Volta nel Primo Centenario della scoperta della Pila (1799-1899).

I.° Congresso Nazionale di Elettricisti.

III.ª Riunione Annuale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

III.ª Riunione Annuale della Società Italiana di Fisica.

COMO 18-23 Settembre 1899.

Ultima pubblicazione a cura della Presidenza A. E. I triennio 1897-99.

MILANO

TIPOGRAFIA BERNARDONI DI C. REBESCHINI E C.

1900.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1897-98-99.)

Sede Centrale - Milano, S. Paolo 10.

Presidente: On. Prof. GIUSEPPE COLOMBO.

Vice-Presidenti: Prof. GUGLIELMO MENGARINI
Ing. Col. FEDERICO PESCETTO.

Segretario Generale: Ing. ALESSANDRO PANZARASA.

Cassiere: Prof. FRANCESCO GRASSI.

Consiglieri: Prof. MOISÈ ASCOLI
Ing. LUIGI CAURO
Prof. GUIDO GRASSI
Prof. STEFANO PAGLIANI
Ing. RAFFAELE PINNA
Prof. S. A. RUMI.

Presidente antecedente

GALILEO FERRARIS † Torino il 7 Febbraio 1897

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA

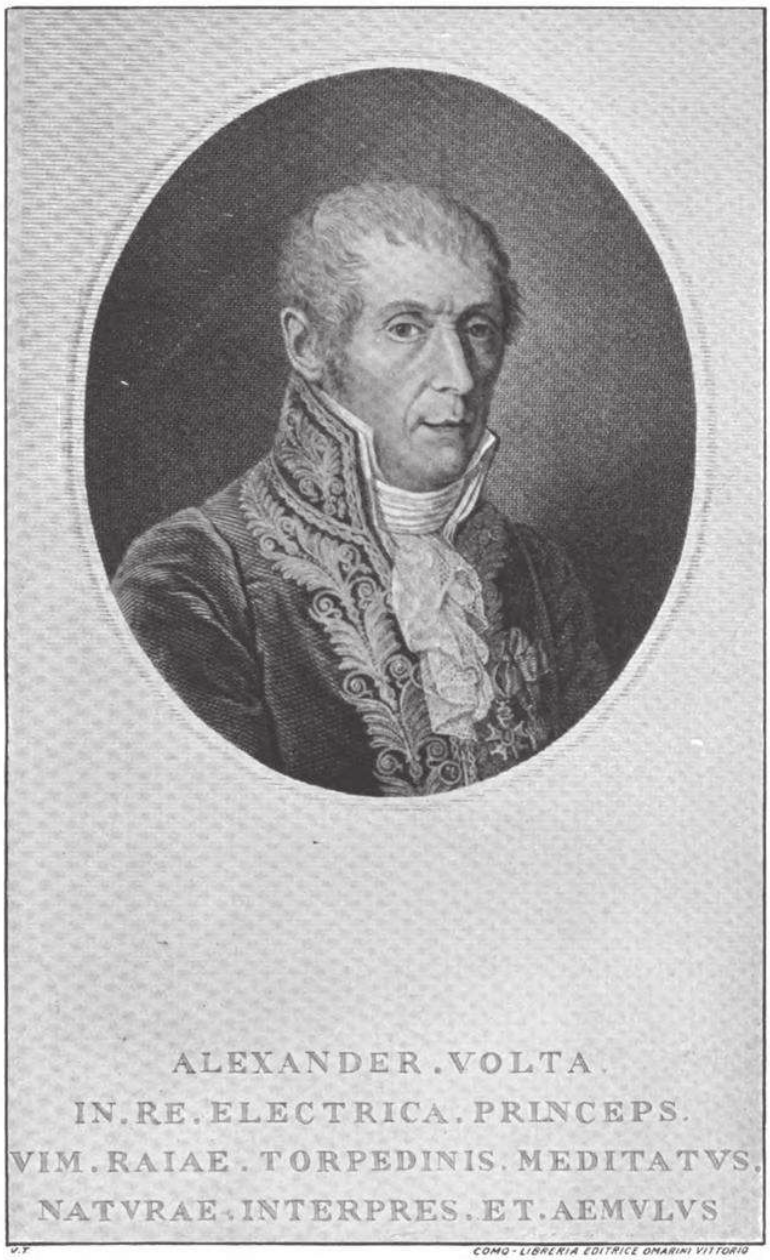
ITALIANA.

VOL. III.

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

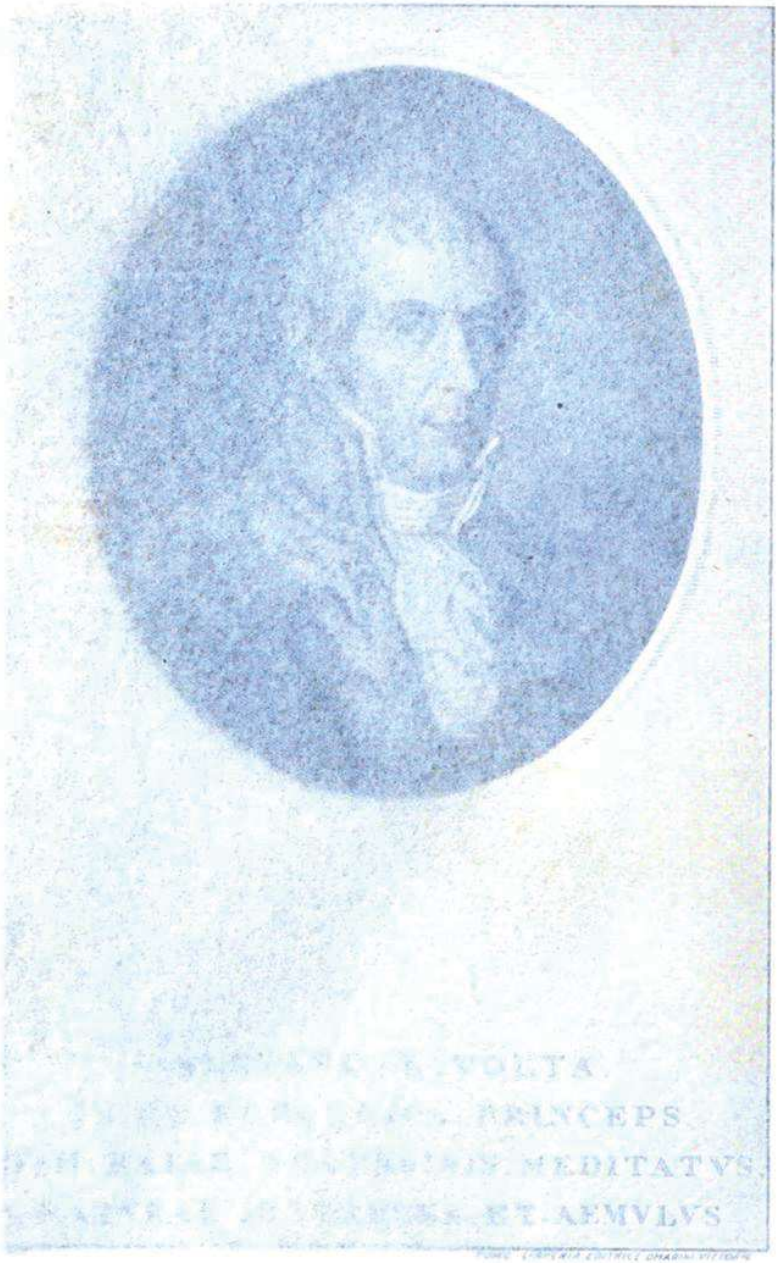
Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma



Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma



Biblioteca nazionale centrale di Roma

Vol. III. Dicembre 1899. Fascicolo unico.

Pubblicazione periodica. Conto corrente colla Posta.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SEDE CENTRALE

Commemorazione di Alessandro Volta nel Primo Centenario della scoperta della Pila (1799-1899).

I.° Congresso Nazionale di Elettricisti.

III.ª Riunione Annuale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

III.ª Riunione Annuale della Società Italiana di Fisica.

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

COMO 18-23 Settembre 1899.

Ultima pubblicazione a cura della Presidenza A. E. I triennio 1897-99.

MILANO

TIPOGRAFIA BERNARDONI DI C. REBESCHINI E C.

1900.

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

INDICE DEL VOL. III.° - FASC. UNICO

Atti A. E. I.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Vol. III. Dicembre 1899. Fasc. I.

ATTI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Sede Centrale: Via S. Paolo, 10 — Milano.

COMMEMORAZIONE DI ALESSANDRO VOLTA

E

PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

III RIUNIONE ANNUALE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

RIUNIONE ANNUALE DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

Como - Settembre 1899.

N. 50.

CIRCOLARE DI CONVOCAZIONE

Egregio Signore,

Volge un secolo dacchè un italiano, Alessandro Volta, dopo lunghe e rigorose investigazioni scopriva la pila e rendeva servo dell'attività umana un agente pressochè sconosciuto.

Como, la patria di Volta, non poteva lasciar passare il centenario di così importante avvenimento senza rendere all'illustre suo concittadino onori adeguati. Con pertinacia e costanza, fra innumerevoli difficoltà, e colle sole risorse concittadine, radunò scritti, istrumenti, memorie del sommo Comense e indisse un'Esposizione Internazionale delle applicazioni che ebbero la loro origine dalla scoperta della corrente elettrica.

Nel frattempo la Associazione Elettrotecnica Italiana, e la Società Italiana di Fisica, decisero di tener in Como, assieme alle loro Riunioni Annuali una solenne **Commemorazione di Volta**, alla quale fossero pure invitate a partecipare le principali notabilità straniere.

In tale occasione trovandosi riuniti per la prima volta fisici, elettricisti, ed elettrotecnici, parve opportuno di aggiungere alla Commemorazione di Volta ed alle Assemblee delle rispettive Società ed Associazione, alcune Sedute Generali per trattare argomenti di interesse comune.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

È per tale ragione che a questo convegno fu dato il nome di **Primo Congresso Nazionale di Elettricisti.**

Molti fra i più illustri scienziati stranieri hanno voluto cortesemente accettare l' invito loro indirizzato dal Presidente del Comitato d'onore On. Prof. P. Blaserna ed essi si uniranno a noi nell'esaltare, la grande opera di Volta.

Essi non troveranno più a Como parte delle Memorie Voltiane distrutte assieme alla Esposizione da un immane incendio; ma una seconda Esposizione, non meno attraente della prima, attesterà loro che Como non si lascia sgominare dalla sventura, ma che fermamente prosegue nella via tracciata dal suo grande concittadino, quella del lavoro senza tregua.

La Commemorazione di Volta sarà tenuta dall' Illustre Prof. Augusto Righi di Bologna, il 18 Settembre prossimo venturo.

Nei giorni seguenti avranno luogo le sedute del Congresso, le Assemblee Generali della Società Italiana di Fisica e della Associazione Elettrotenica Italiana, la visita alla tomba di Volta, le gite e le escursioni agli impianti di Paderno, Vizzola e Milano.

Il tributo di ammirazione a Volta, se per gli stranieri è un atto cortese e gentile di cui noi dobbiamo essere loro profondamente grati, per gli Italiani è un dovere, poichè il culto della scienza è la base della grandezza di ogni paese. La Giunta Esecutiva del Congresso confida quindi nel di Lei autorevole intervento.

Milano, 10 Settembre 1899.

LA GIUNTA ESECUTIVA.

Presidente:
On. Prof. GIUSEPPE COLOMBO.

Vice Presidenti:
On. Prof. Sen. PIETRO BLASERNA — Ing. Prof. G. B. CADENAZZI, Sindaco di Como.

Segretario Generale:
Ing. ALESSANDRO PANZARASA.

Segretari:
Ing. ANGELO BIANCHI — Avv. GUIDO CASARTELLI, Segr. Gen. Com. Esp. Como.
Ing. ANTONIO GIUSSANI, Segretario Comitato Esposizione Como.

Cassiere:
Prof. FRANCESCO GRASSI.

Membri:
Prof. R. Arnò — Prof. A. Battelli — Prof. I. Brunelli — Prof. R. Ferrini — Ing. G. Gadda — Prof. G. Grassi — Ing. E. Jona — Prof. G. Mengarini — Prof. O. Murani — Prof. S. Pagliani — Col. Ing. F. Pescetto — Prof. L. Ponci — Prof. A. Righi — Prof. A. Raddi — Prof. Ing. C. Saldini — Dott. A. Sella — Ing. G. Semenza — Prof. A. Volta — Prof. Ing. L. Zunini.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

COMITATO D'ONORE PER INVITI ED ACCOGLIENZE ELETTRICISTI ESTERI.

Presidente: Prof. Pietro Blaserna, Senatore — *Segretario:* Dott. Alfonso Sella — *Membri:* Prof. Antonio Roiti — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Ten. Col. Federico Pescetto.

COMITATO PER VISITE E DIVERTIMENTI.

Presidente: Ing. G. B. Cadenazzi, Sindaco di Como — *Membri:* Avv. Guido Casartelli — Ing. Antonio Giussani — Ing. Alessandro Panzarasa — Dott. Alfonso Sella.

COMITATO GENERALE.

Associazione Elettrotecnica Italiana. — Società Italiana di Fisica.

Prof. Ing. Riccardo Arnò — Prof. Moisè Ascoli — Dott. Angelo Banti — Ingegnere Carlo Barzanò — Prof. Angelo Battelli — Prof. Manfredo Bellati — Ing. Angelo Bertini — Sen. Prof. Pietro Blaserna — Ing. Mario Bonghi — Prof. Giuseppe Bongiovanni — Ing. Angelo Bianchi — Dott. Italo Brunelli — Ing. Bartolomeo Cabella — Ing. G. B. Cadenazzi, Sindaco di Como — Professore Michele Cantone — Prof. Pietro Cardani — Ing. Fedele Cardarelli — Ing. Carlo Clerici — On. Prof. Giuseppe Colombo — Avv. Guido Casartelli — Ing. Filippo Danioni — Prof. Luigi Donati — Prof. Riccardo Felici — Ing. Lorenzo Ferraris — Prof. Rinaldo Ferrini — Dott. Giorgio Finzi — Ing. Giuseppe Gadda — Prof. Antonio Garbasso — Prof. Cesare Garibaldi — Dott. Edoardo Gerosa — Prof. G. Gerosa — Ing. Antonio Giussani — Prof. Francesco Grassi — Prof. Guido Grassi — Prof. G. B. Grimaldi — Prof. Giovanni Guglielmo — Ing. Palamede Guzzi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Oreste Lattes — Prof. Ing. Ferdinando Lori — Prof. Luigi Lombardi — Prof. Damiano Macaluso — Ing. Giulio Martinez — Prof. Domenico Mazzotto — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Giacomo Merizzi — Ing. Carlo Montù — Prof. Oreste Murani — Prof. Andrea Naccari — Ing. Giuseppe Ottone — Prof. Antonio Pacinotti — Prof. Stefano Pagliani — Ing. Alessandro Panzarasa — Ing. Ten. Col. Federico Pescetto — Prof. Luigi Pasqualini — Ing. Emilio Piazzoli — Ing. Raffaele Pinna — Ing. G. B. Pirelli — Ing. Eugenio Prandoni — Prof. Luigi Pinto — Ing. Prof. Giuseppe Ponzio Prof. Luigi Ponci — Prof. Augusto Righi — Ing. Prof. Sereno A. Rumi — Prof. Antonio Roiti — Ing. Prof. Cesare Saldini — Prof. E. Salvioni — Ing. Giorgio Santarelli — Ing. Giorgio Schultz — Dott. Alfonso Sella — Ing. Guido Semenza. — Ing. Carmine Siracusa — Ing. Pietro Verole — Prof. Giuseppe Vicentini — Prof. Emilio Villari — Prof. Alessandro Volta — Ing. Prof. Luigi Zunini.

PROGRAMMA

DEL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

Lunedì, 18 Settembre.

Mattino. — Iscrizioni al Pranzo Sociale, alle Gite, ritiro del distintivo pel Congresso, ecc. — presso la SEDE DEL COMITATO: SOCIETÀ DEL CASINO (Teatro Sociale).

Ore 13 — (Sala del Broletto.)

Inaugurazione del Congresso coll'intervento delle Autorità.

Nomina della Presidenza del Congresso.

Commemorazione di Alessandro Volta tenuta dal Prof. AUG. RIGHI.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Ore 19.30 (Hôtel Plinius.)
Pranzo dei Congressisti con invito agli Elettricisti Esteri. — (Iscrizione L. 15.)

Martedì, 19 Settembre.

Ore 9 (Sala del Broletto.)
Seduta del Congresso. Prof. SILVANUS P. THOMPSON. — *Intorno alle immagini magnetiche ed alla loro applicazione alla teoria dei motori a campo rotante.*
Sen. Prof. P. BLASERNA. — *Sulle perturbazioni prodotte dalle tramvie elettriche sui Galvanometri.*
Prof. G. GRASSI. — *Studi ed esperienze sulla trasformazione della corrente trifase in monofase.*
Sen. Prof. P. BLASERNA — *Sulle variazioni secolari dell' inclinazione magnetica nei tempi antichi.*
Ore 14 (Sala Società del Casino.)
Seduta del Congresso. Prof. R. ARNÒ. — *Metodi e strumenti di misura per sistemi trifasi, basati sopra speciali proprietà dei sistemi stessi*
Prof. Q. MAJORANA. — *Sulla teoria del contatto.* (Lettura con esperienze.)
Prof. L. LOMBARDI. — *Condensatori elettrici per alta tensione.*
Prof. L. DONATI. — *Sulla Terminologia elettrica*, per la Società Italiana di Fisica.
Prof. G. GRASSI. — *Sulla Terminologia elettrica*, per l'Associazione Elettrotecnica Italiana.
Discussione e votazione in merito alla Terminologia elettrica.

Mercoledì, 20 Settembre.

Gita sul Lago di Como, offerta dalla CITTÀ DI COMO ai Sigg. Elettricisti.
Ore 7.50. — Partenza col Battello da Como, Piazza Cavour. — Dalle 8 alle 10 servizio di buffet a bordo. — Giro del Lago fino a Gravedona. — Arrivo a Bellagio ore 13.
Ore 13.30. — Pranzo al Grand Hôtel Bellagio.
Ore 19. — Arrivo a Como.
Ore 21. — **Grande illuminazione alla Veneziana** della CITTÀ DI COMO, per cura del Comitato Esecutivo dell'Espos., in onore dei Signori Elettricisti.

Giovedì, 21 Settembre.

Ore 9. — **Assemblee** della Società Italiana di Fisica e dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.[1]
Ore 14. — Idem.
Ore 19. — **Pranzo** offerto dall'ILLMO. SIG. PREFETTO DI COMO COMM. FELICE SEGRÈ agli Elettricisti Esteri, ai Membri del Comitato, alle Autorità, alle Rappresentanze, ecc.

Venerdì, 22 Settembre.

Ore 6.30. — **Visita alla Tomba di Volta a Camnago Volta**. — Partenza da Piazza Cavour. — (Vetture gentilmente messe a disposizione dalla Città di Como per coloro ai quali gravasse far il breve tragitto a piedi.)
Ore 14. — **Assemblee** della Società Italiana di Fisica e della Associazione Elettrotecnica Italiana.
Ore 21. — **Grande concerto** nel Padiglione Centrale dell'Esposizione dato in onore degli Elettricisti dal Comitato Esecutivo dell'Esposizione. — Il Concerto verrà eseguito dall'Orchestra della Scala diretta dal M. Pantaleoni.

---

[1] L'Associazione Elettrotecnica Italiana e la Società Italiana di Fisica hanno già comunicato direttamente ai propri Soci i relativi ordini del giorno.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Sabato, 23 Settembre.

Ore 9. — **Assemblee** delle Società Italiana di Fisica e dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Ore 14. — (Sala del Broletto.)

Seduta del Congresso. Prof. A. VOLTA. — *Intorno alla opportunità di riunire in un'unica pubblicazione le opere sparse di Volta.*

Accordi su alcune proposte che principalmente all'estero sono attualmente discusse e che da alcuni si intendono portare al Congresso Internazionale di Elettricisti che avrà luogo l'anno venturo a Parigi fra le quali *la modificazione del sistema pratico delle unità elettriche.*

Discussione *sui temi per un Concorso ad un premio di L. 3000,* che i Signori AUGUSTO SACCHI e OSVALDO STRAZZA di Como, generosamente vollero mettere a disposizione dell'On. Sindaco di Como Ing. Prof. G. B. CADENAZZI quale loro contributo alle Onoranze a Volta. — L'On. Sindaco di Como devolse tale somma ad un Concorso di studi elettrici lasciando al Congresso di fissarne il Programma.

Proposte varie dei Congressisti.

Chiusura del Congresso.

Ore 21. — **Ricevimento** con trattenimento musicale alla Società del Casino.

VISITE AGLI IMPIANTI.[1]

Lunedì, 25 Settembre.

Dopo mezzodì. — Partenza da Como. — **Gita e visita all'Impianto di Paderno.** — Ritorno a Milano.

Martedì, 26 Settembre.

Ore 8. — Partenza da Milano. — **Gita e visita all'Impianto di Vizzola.** — Colazione offerta dalla SOCIETÀ LOMBARDA PER LA DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA. — Ritorno a Milano per le 18.30.

Ore 19 ½. — **Pranzo** offerto dai SOCI DELLA SEZIONE DI MILANO DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA E DELLA SOCIETÀ GENERALE ITALIANA EDISON DI ELETTRICITÀ ai Signori Congressisti.

Nei giorni 24, 25 e 26 la Società Edison permette la visita alle proprie Officine di P. Volta e Santa Radegonda in Milano ai Congressisti mediante esibizione della Tessera.

Facilitazioni gentilmente concesse ai Signori Congressisti

(mediante l'esibizione della Tessera).

1.° Entrata libera all'*Esposizione di Elettricità e Serica.*
2.° Idem all'*Esposizione di Arti Belle e di Arte Sacra.*
3.° Ribasso del 50 % sui biglietti della *Funicolare Como-Brunate.*
4.° Accesso libero alle Sale di lettura, di scrittura, ecc., della *Società del Casino di Como* (Palazzo del Teatro Sociale).

La Segreteria del Congresso ha sede nei locali della Società del Casino (Palazzo del Teatro Sociale) gentilmente concessi a partire dal 16 corr.

I Signori Congressisti sono pregati a voler annunciare all'Ufficio di Segreteria la loro presenza ed a volersi iscrivere al Pranzo Sociale non **dopo la mattinata del giorno 18,** per rendere possibili alla Segreteria i necessari provvedimenti.

Alloggi. — Per gli alloggi i Signori Congressisti potranno rivolgersi all'Onorevole Comitato per l'Esposizione.

Ribassi ferroviari. — Le carte di riconoscimento per i ribassi ferroviari devono essere vidimate dalla Segreteria per essere valide per il ritorno.

Iscrizioni per Paderno e Vizzola. — Le iscrizioni relative si chiuderanno definitivamente il giorno 22 di Settembre.

---

[1] Il Programma dettagliato verrà distribuito durante il Congresso.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 51.

SCHEDA DI SOTTOSCRIZIONE

ONORANZE A VOLTA NEL I° CENTENARIO DELLA PILA

COMMEMORAZIONE DI ALESSANDRO VOLTA
E
PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

Como, 18-23 Settembre 1899.

il ..... *1899.*

Il sottoscritto si inscrive al Primo Congresso Nazionale di Elettricisti da tenersi in Como nel Settembre prossimo ed accompagna la propria quota di iscrizione.

Nome .....

Professione .....

Domicilio .....

Quota versata L. ..... [1]

Firma

Gli aderenti al Congresso dovranno mandare al Segretario Generale del Comitato del Congresso, Ing. A. Panzarasa, l'unita scheda di adesione accompagnata dalla quota di iscrizione **non più tardi del 10 Settembre.**

La quota d'ammissione venne fissata in L. **5** — pei Soci della Società Italiana di Fisica e dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, e in L. **20** — per gli altri aderenti.

Gli aderenti esteri sono esenti dalla quota di iscrizione.

La Segreteria del Congresso curerà di ottenere le agevolezze ferroviarie e di procurare gli alloggi; pei ribassi ferroviari manderà agli aderenti, a tempo debito i documenti necessari.

Il Comitato del Congresso ha la propria sede presso la Sede Centrale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana — Milano, Via S. Paolo, 10.

Per gli alloggi i Congressisti potranno rivolgersi al Comitato dell'Esposizione — Como.

[1] Indicare se l'aderente è Socio dell'Associazione Elettrotecnica Italiana o della Società Italiana di Fisica.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 52.

TESSERA
dei Congressisti.

DISTINTIVO
dei Congressisti.

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 53.

VERBALE

DELLA

COMMEMORAZIONE DI ALESSANDRO VOLTA

E DELLA

SEDUTA INAUGURALE

DEL

PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

18 Settembre ore 14 - COMO, Sala del Broletto.

ORDINE DEL GIORNO

Inaugurazione del Congresso.
Commemorazione di Alessandro Volta tenuta dal Prof. Augusto Righi.

La seduta è onorata dalla presenza delle LL. MM. Umberto I e Margherita di Savoia e dalle LL. Altezze Reali il Principe Vittorio Emanuele e la Principessa Elena di Savoia.

Presidente: On. Prof. G. Colombo.
Vicepresidenti: On. Prof. Sen. P. Blaserna. — Comm. Ing. Prof. G. B. Cadenazzi, Sindaco di Como.
Segretario Generale: Ing. A. Panzarasa.
Segretari: Ing. A. Bianchi — Avv. G. Casartelli, Segr. Generale Comitato Espos. Como — Ing. A. Giussani, Segr. Espos. Como.

Della Giunta Esecutiva del Congresso sono presenti inoltre:
Cassiere: Prof. F. Grassi — *Membri:* Prof. R. Arnò — Prof. A. Battelli Prof. R. Ferrini — Ing. G. Gadda — Prof. G. Gadda — Prof. G. Grassi — Prof. G. Mengarini — Col. Ing. F. Pescetto — Prof. L. Ponci — Prof. A. Righi — Prof. A. Raddi — Prof. Ing. C. Saldini — Dott. A. Sella — Prof. A. Volta — Prof. Ing. L. Zunini.

Degli elettricisti stranieri invitati erano presenti:
Prof. V. E. Ayrton — Prof. S. P. Thompson — Prof. G. Kapp — Prof. E. Kittler — Prof. V. E. von Lang — Prof. K. S. Lemström — Prof. E. Riecke — Prof. W. Voigt — Prof. E. Wiedemann — E. Mascart — Prof. E. Hospitalier — Prof. H. Pellat — E. Sarasin — I. H. Van t'Hoff.

Erano rappresentati:
Il Ministro della Pubblica Istruzione dall'On. Prof. G. Colombo — Il Senato del Regno dall'On. Sen. Conte Rinaldo Taverna — La Camera dei Deput. dagli On. B. Arnaboldi, P. Carcano e G. Prinetti — L'Accademia dei Lincei dall'On. Sen. Prof. P. Blaserna — La Società Italiana di Scienze dai Prof. Sen. P. Blaserna, A. Righi — L'Università di Pavia dal Prof. Mariano Mariani anziano tra i Presidi — La Università di Bologna dal Prof. A. Righi — Il Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere dal Prof. R. Ferrini — L'Accademia di Scienze di Torino dal Prof. A. Roiti — L'Accademia degli Agiati in Rovereto dal Consigliere d'Appello Dott. C. Zanoni — Il Comitato pel IX Congresso degli Ingegneri ed Architetti Italiani dal Prof. L. Donati.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

On. Prof. Colombo, *Presidente:*

Maestà, Graziosa Regina, Altezze Reali,

Successo all' illustre e compianto Galileo Ferraris nella Presidenza dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, è a questo ufficio soltanto che io devo l'immeritato onore di presentarvi il grato e reverente omaggio degli Elettricisti Italiani e di inaugurare alla vostra augusta presenza il loro primo Congresso indetto dall'Associazione Elettrotecnica Italiana e della Società Italiana di Fisica per celebrare il Centenario della invenzione della Pila.

Noi comprendiamo l' alto significato del vostro intervento a questa solenne commemorazione scientifica e ne conserveremo sempre in cuore il ricordo.

Signori congressisti,

Il nostro primo convegno non poteva inaugurarsi con più favorevoli auspici, poichè si collega con un nome e un avvenimento che formano la gloria più pura e più grande della scienza italiana; ed è qui, nella città stessa che diede a Volta i natali e dove egli nel 1799 trasse la prima scintilla dall'apparecchio meraviglioso che il suo genio aveva creato che noi abbiamo la fortuna di trovarci per la prima volta riuniti. Eminenti scienziati stranieri sono qui convenuti per rendere omaggio insieme a noi alla memoria del nostro grande concittadino e partecipare alle nostre discussioni; e il Ministro della Pubblica Istruzione, dolente di non potersi trovare in mezzo a noi, ha dato a me l' incarico di rappresentarlo e di portarvi il suo saluto e i suoi auguri pel successo dei nostri lavori.

Sicuro di interpretare i vostri sentimenti io mando a lui l'espressione della nostra gratitudine, e ringrazio le rappresentanze dei grandi corpi dello Stato e gli illustri stranieri che hanno voluto onorare della loro presenza questa seduta inaugurale. E a nome vostro io ringrazio pure questa patriottica città di Como che ci ha dato una così larga e cortese ospitalità, e esprimo al suo egregio Sindaco la nostra ammirazione per la costanza nella sventura della quale Como ha dato un così nobile esempio all' Italia tutta, e i nostri più fervidi voti perchè la più grande prosperità coroni i suoi sforzi di città laboriosa ed industre.

I popoli celebrano spesso il centenario di date famose per fasti guerreschi o per rivendicazioni nazionali o sociali; ma le gesta evo-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

cate si son compiute ben di rado senza lotte cruente e il loro ricordo è il più delle volte funestato dal compianto per le lagrime e il sangue che hanno costato. Il centenario che celebriamo oggi, invece, ricorda un avvenimento fecondo soltanto di effetti benefici, un avvenimento che, svoltosi non fra il fragore delle armi e il clangore delle trombe, ma nell' alto silenzio di un modesto laboratorio, ha influito e influirà sui destini dell' umanità più di tanti avvenimenti clamorosi che la storia si compiace di registrare. Tale è il carattere e tali sono gli effetti delle grandi conquiste della scienza. È così che l' invenzione della macchina a vapore sorta alla fine del secolo scorso, ha contribuito a trasformare il mondo più della stessa rivoluzione francese; e nello stesso modo l'invenzione della pila, colle applicazioni che da cento anni se ne vanno facendo, è destinata a produrre nella società umana una trasformazione forse più vasta e profonda, della quale neppure colla più fervida fantasia non potremmo segnare i confini.

Volta fu più grande di Watt; perchè quando Watt cominciò a studiare la macchina a vapore, questa esisteva già più che in germe e a lui non restava che il compito di perfezionarla; ma allorchè Volta creò la pila, nulla di simile esisteva, non solo, ma non ne era mai balenata in mente umana la più remota idea.

Egli fu ciò che si può veramente chiamare un genio perfetto. Egli ha saputo avviarsi alle sue meravigliose scoperte con una logica tranquilla, col più scrupoloso metodo sperimentale, senza lirismi e senza impazienze, divinando audacemente le possibilità dell'avvenire, ma pur sapendosi contenere nelle possibilità del presente. Così mentre studia l' elettroforo e gli effetti della scintilla, preconizza il telegrafo; studia il gas infiammabile e già vede nel futuro dei tempi l' illuminazione a gas; analizza i fenomeni della luce e dell'elettricità e già, sorvolando alla teoria degli imponderabili, intravede nel suo spirito i principi fondamentali della fisica moderna e l' unità delle forze della natura. Ma tutti questi sguardi lanciati nell' avvenire non lo distolgono dalle questioni più modeste che lo preoccupano. La clamorosa scoperta di Galvani lo seduce, ma non lo abbaglia; egli comprende che vi è in quelle contrazioni della rana sotto il contatto dell' arco metallico qualche cosa di più di quello che il fisico bolognese aveva creduto di trovarvi; tenta l'effetto di due diversi metalli sulla propria lingua, e il sapore singolare che ne risente è come una fiamma che gl' illumina di gran luce il cervello: due metalli con un intermediario umido, ecco la prima coppia della pila; non rimane più che moltiplicarne gli effetti, ed ecco la sovrapposizione di più coppie, la pila completa, la base, il punto di partenza di tutto l' immenso sviluppo della elettrotecnica moderna.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Tale è quella ammirabile successione di studi fecondi, dei quali un fisico illustre, il prof. Righi, vi svolgerà fra breve l'interessantissima storia. Come Watt, col suo motore universale, ha strappato l'industria umana dal campo ristretto nel quale trovavasi confinata sin dal giorno remotissimo in cui un genio ignoto inventava la prima ruota idraulica, così Volta liberava la scienza fisica da quel circolo magico dall'elettricità statica nel quale si aggirava da Talete in poi senza mai compiere un passo decisivo. Un agente nuovo irresistibile, la corrente elettrica, fu messo da Volta a disposizione dell'uomo; le più grandi fra le scoperte del secolo ne sono la immediata conseguenza; la vita sociale ne esce già profondamente trasformata. Ma quali trasformazioni avvenire le si preparano coi nuovi orizzonti che le applicazioni della corrente elettrica vanno rapidamente schiudendo in questa singolare fine di secolo? Quali nuove sorprese ci prepara la telegrafia senza fili? Quali gli studi sulle nuove irradiazioni, sulle correnti di alta tensione e frequenza, sulla luce senza calore? Quali le già straordinarie applicazioni del trasporto dell'energia coll'elettricità? Come sarà ordinata la società avvenire, quando l'energia accumulata dal sole sulle vette e nei ghiacciai delle grandi catene di monti sarà distribuita sopra interi continenti?

Se nella tomba vivono ancora gli umani affetti, il cuore di Volta deve palpitare nel suo freddo avello di Camnago al pensiero che a lui la patria dovrà non solo la gloria irradiata dal suo nome, ma la sua stessa prosperità avvenire.

Ormai le Nazioni non possono più vivere nè prosperare senza industria. Nello sviluppo industriale, nella concorrenza vittoriosa all'industria straniera sono riposte le speranze d'Italia; eppure ieri ancora la mancanza di combustibili fossili ci manteneva forzatamente all'ultimo rango delle nazioni manufatturiere.

Ma che importa ora la deficienza dei combustibili se possiamo contare sulla ricchezza delle nostre cascate? I torrenti alpini, per usare la pittoresca espressione di Sommeiller, diventeranno fra breve nostri schiavi e lavoreranno per noi. E se saremo saggi, se comprenderemo che il segreto del nostro futuro sviluppo sta nel diventar forti al più presto nel campo economico per poter sicuramente esercitare la nostra legittima influenza nel campo politico, noi dovremmo guardare con fiducia all'avvenire.

Signori elettricisti, e a voi che è affidato questo compito; sta a voi di preparare alla patria nella gara fra le nazioni industriali quel posto elevato che vagheggiamo per lei. Voi dovete essere i pionieri delle nuovissime applicazioni della corrente elettrica all'utilizzazione delle forze che la natura ci ha largito; saremmo imperdonabili, se

Biblioteca nazionale centrale di Roma

vivendo ai piedi delle Alpi non ne traessimo tutto il profitto che la nostra situazione geografica ci assicura. A questo compito voi vi siete già accinti, e gli impianti di Tivoli e di Paderno ne hanno dato l'esempio anche fuori d'Italia; e cento e cento altri impianti stanno ora preparandosi a fornire alle nostre industrie le armi necessarie per renderle indipendenti dalle industrie straniere, anzi per batterle sul loro stesso terreno.

Ma per raggiungere del tutto questo grande ideale, scienza e pratica devono darsi concordi la mano. Non dimentichiamo che non v'ha progresso duraturo senza il sussidio della più alta coltura; non sperino di uscir vittoriosi dell'aspra lotta della concorrenza i popoli che non mettono la coltura scientifica al disopra di ogni loro pensiero.

Ora appunto in questo risiede l'importanza e sta il significato profondo di questa nostra riunione, promossa per l'iniziativa concorde della Società Italiana di Fisica e della Associazione Elettrotecnica Italiana; perchè oggi in Como i cultori della scienza pura e gli elettrotecnici chiamati ad applicarla si son dati convegno per discutere insieme i risultati degli studi e dell'esperienza di cadauno e farne il patrimonio comune a vantaggio dell'economia nazionale.

Possano, o signori, le nostre discussioni essere feconde di risultati che contribuiscano al lustro e alla prosperità della nostra cara patria. Possano esse, ispirandosi al ricordo del Grande che stiamo onorando, riuscire non indegne di lui. Gli inestimabili cimeli che ci rimanevano di lui sono andati sventuratamente distrutti nel disastro immeritato che ha colpito questa nobile città di Como; ma l'immagine sua splende egualmente negli animi nostri, e per Volta e nel nome di Volta ci dobbiamo proporre, prima di separarci, di tenere sempre alto l'onore della scienza italiana nel campo che egli pel primo ha dischiuso a tutto il mondo.

Con questo voto e con un affettuoso saluto alla città che gli fu culla, io dichiaro aperto il primo Congresso degli Elettricisti Italiani. *(Vivissimi applausi.)*

On. Sen. Prof. P. Blaserna, *Vicepresidente:*

Sire,

L'opera di Alessandro Volta ha avuto un carattere così generale, che quando ci siamo accinti a onorare la sua memoria, un secolo dopo la principale sua scoperta della pila, molti illustri elettricisti stranieri, accettando il nostro invito, hanno voluto colla loro presenza onorare la nostra riunione. Sono i seguenti:

Biblioteca nazionale centrale di Roma

William Eduard Ayrton F. R. S., presidente della Società degli Ingegneri telegrafisti, Londra.

Edouard Hospitalier, professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris.

Jacobus Hendricus Van t'Hoff, Presidente della Società Elettrochimica tedesca di Berlino.

Erasmus Kittler prof. di Elettrotecnica nel Politecnico di Darmstadt.

Gisbert Kapp docente di Elettrotecnica nel Politecnico di Charlottenburg, Segretario Generale del Verband Deutscher Elektrotechniker.

Victor von Lang, Segretario Generale dell'imp. Accademia delle Scienze, Vienna.

Karl Selim Lemström prof. di Fisica all'Università di Helsingfors.

Eleuthère Elie Nicolas Mascart, membro dell'Istituto, Direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia, Parigi.

Joseph Solange Henry Pellat, Prof. di Fisica al Collegio di Francia, Parigi.

Eduard Riecke Prof. di Fisica nell'Università di Göttingen.

Edouard Sarasin di Ginevra.

Silvanus P. Thompson, Presidente della Società degli ingegneri elettricisti, Londra.

Waldemar Voigt, Prof. di Fisica matematica dell'Università di Göttingen.

Eilhard Wiedemann, Prof. di Fisica nell'Università di Erlangen.

Sono lieto di esprimere a tutti la nostra gratitudine per il geniale loro intervento.

Così pure per ragioni sopravvenute all'ultimo istante non poterono intervenire malgrado avessero accettato l'invito:

Walter Nernst, Prof. di Fisica e di Elettrochimica nell'Università di Göttingen.

William Henry Preece, già direttore generale dei telegrafi in Londra. Noi tutti gli dobbiamo una speciale gratitudine per l'aiuto cordiale ed efficace, che egli diede all'opera del nostro giovane Marconi.

Heinrich Friedrich Weber, Direttore del Laboratorio di Fisica e di Elettrotecnica a Zurigo.

Molti altri, pur rendendo omaggio al grande nostro concittadino, non poterono accettare il nostro invito.

Mi sia permesso di nominare soltanto due:

Il Prof. Gustavo Wiedemann, dell'Università di Lipsia, rispondeva in marzo, che la salute pur troppo non gli consentiva di intervenire alla geniale festa. Pochi giorni dopo egli moriva ed è stata questa forse l'ultima lettera da lui scritta. Ma l'opera sua rimane, e

Biblioteca nazionale centrale di Roma

noi tutti abbiamo studiato l'elettrologia dal classico trattato, che egli andava ritoccando proprio fino agli ultimi giorni della lunga ed onorata sua vita.

Lord Kelvin fu questa primavera a Roma e, vista l'avanzata sua età, non poteva fare un secondo viaggio a Como. Ma egli ci inviò la bellissima e recente sua memoria che io qui depongo, sul " contatto elettrico dei metalli „ la quale deve considerarsi come il più elevato appoggio dato, da parte di un grande ingegno, all'opera del Volta ed alla sua teoria del contatto, teoria che ha conservato ancora oggi tanta freschezza e conta tanti autorevoli fautori.

Finalmente il Dott. I. A. Fleming incaricato di fare oggi stesso, avanti alla British Association a Dover una conferenza sullo sviluppo della corrente elettrica nel corso di questo secolo, c'inviò un telegramma, che attraversò il canale della Manica col sistema Marconi da Dover a Wimereux presso Boulogne, e di là venne fino a noi coi soliti sistemi.

Il telegramma (tradotto) è il seguente:

" *Il Presidente ed i Membri della Riunione dell'Associazione* " *Brittanica a Dover prendono viva parte alla vostra commemora-* " *zione del centenario dell'opera scientifica di Volta.* „

La Presidenza chiede al Congresso di rispondere cordialmente al ricordo della grande Associazione Inglese. In pari tempo il Dott. Fleming inviò alcune copie del suo discorso, ove si parla lungamente dell'opera scientifica di Alessandro Volta, e m'incarica di sottoporle all'Augusto gradimento delle Loro Maestà e di S. A. R. il Principe di Napoli.

Sire,

Trattandosi di un omaggio che viene alla Scienza Italiana da parte di un illustre membro di una Associazione tanto autorevole, io spero che V. M. vorrà graziosamente accogliere tale ricordo. *(Vivi applausi)*

Il saluto dell'Associazione Brittanica tornò ben gradito ai Congressisti e le LL. Maestà apprezzarono assai l'omaggio delle copie del discorso del dott. Fleming. Seduta stante e d'ordine delle L. L. Maestà fu spedito il seguente telegramma:

Biblioteca nazionale centrale di Roma

" Dott. Fleming, Hôtel Burlington.

" DOVER (England).

" *Nella solenne Seduta Reale ho presentato alle Loro Maestà il* " *Re e la Regina ed a S. A. R. il Principe di Napoli le copie del* " *vostro discorso. Esse mi hanno dato il gradito incarico di ringra-* " *ziarvi per il gentile pensiero avuto. Il Congresso ha accolto con* " *applausi la comunicazione del vostro telegramma e manda un* " *cordiale saluto all' illustre Associazione Britannica.* „

Prof. Eilhard Wiedemann:

Se io mi permetto di pronunciare in questa festa della scienza alcune parole, non è già soltanto perchè io, al pari di ognuno fra noi, sia intimamente compreso di ammirazione per Alessandro Volta, ma si è altresì perchè gli studi di mio padre ed i miei stessi ci portarono ad un frequente contatto colle idee di quel sommo.

In oggi io ho l' onore di redigere gli *Annalen der Physik und Chemie*. Ai tempi di Volta era mio predecessore nella redazione di tali *Annali* Gilbert, il quale appunto sullo scorcio del passato secolo ed all'inizio del nostro, sentì il dovere di riunire nella sua pubblicazione tutto quanto si riferiva al nuovo ramo di questa scienza della quale Volta aveva pur allora gettate le basi. Per tal modo Gilbert fu di efficace ausilio alla disamina ed alla diffusione delle idee di Volta. Questi stesso ebbe a riconoscere tale merito di Gilbert in una propria lettera ad Ambrosius Barth, editore degli *Annali* nella quale gli riferiva di alcune scoperte che di poi vennero pubblicate negli *Annali* stessi. E giustamente Gilbert in quella circostanza scrisse che la collaborazione di un tanto fisico riusciva di alto onore ai collaboratori tutti.

Pure la residenza mia di questi ultimi anni nella patria di Ohm, del grande scienziato che determinava le leggi della corrente elettrica, fece sì che io rivolgessi ben sovente i miei pensieri a Volta dal quale l' opera di Ohm trae la propria origine.

Ed infine una delle mie prime impressioni scientifiche si riattacca alle figure dell'esperienza fondamentale di Volta nel libro di mio padre. Ed ancora il 16 marzo, scorso una settimana prima di lasciarci, mio padre esprimeva la speranza di poter recarsi in questa Como per unirsi a' suoi colleghi nell'omaggio a Volta. Così sono sicuro di rispondere ai suoi sentimenti chiamando felice questa città ospitale poichè ha dato la vita a tanto figlio di cui ognuno di noi si sente fiero di esser discepolo.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Certo se Volta potesse rivivere fra noi proverebbe una compiacenza grande vedendo l'opera sua sì degnamente continuata dal Nobili, dal Melloni e specialmente dal nestore dai fisici italiani, il Felici, nonchè da una valorosa schiera di giovani.

E vedrebbe pure trasmessa in eredità alla generazione nostra quella gentilezza ch'egli usava nelle proprie discussioni col Galvani, grazie alla quale fisici ed elettricisti sentono di formare una sola famiglia in cui il dibattito per le idee non scema la forte e buona amicizia.

Ecco come Volta ci diede un esempio splendente così di lavoro scientifico, come di cortesi rapporti fra scienziati, ed io sono persuaso, come auguro, che un tale esempio non andrà perduto nè per l'Italia, nè per gli altri paesi. *(Vivissimi applausi.)*

Il Prof. A. Righi pronuncia la Commemorazione di Alessandro Volta riportata a pag. 19. La lettura fu accolta dai più vivi applausi. Della Memoria stampata a cura del Municipio di Como vien fatto dono alle L.L. Maestà in speciale esemplare, ed ai Congressisti.

On. Comm. Prof. Ing. Cadenazzi, *Vicepresidente* — Sindaco di Como:

Maestà, Graziosa Regina, Principi Reali.

Il ricordo del vostro concorso per le onoranze a Volta — come altre vostre manifestazioni di generosità e di elevata benevolenza, rimarranno nella Storia di Como, legando i Vostri nomi Augusti al mondiale tributo reso alla memoria del Sommo Comasco. E rimarrà del pari imperitura la gratitudine della mia Città verso gli Illustri Scienziati, qui convenuti da ogni parte d'Europa ed i valorosi cultori italiani della Fisica e della Elettrotecnica. Nella gioia del primo successo, come nel lutto — coraggiosamente abbreviato dai Sovrani al più modesto cittadino, Como ebbe plauso e conforto ed aiuti — con gara commovente, con affratellamento altamente umano.

Il cuore dei Comaschi vibrerà sempre per questi santi incancellabili ricordi. — Evviva al Re — alla Famiglia Reale — Viva Savoia. *(Vivi applausi.)*

La seduta è tolta alle ore 16.30.

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 54.

VOLTA E LA PILA

Discorso letto in Como il 18 settembre 1899

DAL PROFESSOR AUGUSTO RIGHI

INAUGURANDOSI

IL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICITÀ

Invitato a parlare, davanti agli eminenti elettricisti qui da ogni parte convenuti, di Alessandro Volta e della pila, mentre sentii subito quanto onorifico fosse un tale incarico, lungamente esitai prima di accettarlo, conscio dell'insufficienza mia per cómpito così elevato. La vastità del soggetto rendeva assai difficile raccogliere il discorso entro limiti convenienti alla circostanza; d'altra parte innumerevoli pubblicazioni e studi d'indole storica, quasi tutti di grandissimo pregio, apparsi in questo secolo, escludevano affatto la possibilità di dire cose che riuscissero nuove a sì dotti ascoltatori.

Cedetti alla fine ad autorevoli e cortesi insistenze; e adesso trepidante mi affido alla benevolenza di quanti qui mi circondano, dichiarandomi fin d'ora soddisfatto se, pur evocando semplicemente dinanzi alla loro mente o cose ben note o men vive reminiscenze, mi sarà dato di coordinarle fra loro e di colorirle in guisa non del tutto inadeguata.

Non solamente sulla pila si aggirerà il mio discorso: giacchè l'uomo di genio, la cui fama è sparsa nel mondo intero specialmente in grazia di quel meraviglioso istrumento, tanto contribuì anche altrimenti, nell'intero corso della sua attivissima vita scientifica, ai progressi della fisica e particolarmente della scienza elettrica, che la sua grande figura apparirebbe diminuita, qualora non si prendessero nella dovuta considerazione gli altri suoi titoli di gloria; i quali poi non possono essere debitamente apprezzati se non in relazione collo stato in cui si trovava la scienza dell'elettricità allorchè Volta, ancora giovanissimo, ad essa dedicò con vero trasporto la sua instancabile attività ed il suo alto, penetrante, poderoso intelletto.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

I.

La scienza dell'elettricità prima di Volta.

Tutti sanno che a non meno di ventiquattro secoli fa risale la conoscenza del primo fenomeno elettrico. Ma solo due secoli e mezzo circa sono passati dacchè il medico Gilbert ampliò quella cognizione rudimentale; dopo di che dovette trascorrere una ventina d'anni ancora prima che Boyle aggiungesse altre sostanze elettriche a quelle trovate da Gilbert, e prima che Ottone di Guéricke, colla invenzione della macchina elettrica, fornisse il modo di rendere i fenomeni elettrici più cospicui.

Salvo intervalli di sosta relativa, le successive scoperte si compirono con crescente rapidità. Guéricke colla sua macchina osserva per la prima volta la luce prodotta dall'elettricità ed il suono che l'accompagna, fenomeni che poco dopo il Wall paragona al lampo ed al tuono; Haukesbee rileva le modificazioni di quella luce allorchè è prodotta nell'aria rarefatta; ed il grande Newton, pur essendosi ben poco occupato di esperienze elettriche, dimostra che le forze elettriche si manifestano, non solo nell'aria, ma anche attraverso il vetro ed altri corpi. Per qualche anno nulla di nuovo e d'importante viene osservato; finchè nel 1727 Gray, aiutato di poi da Wheeler, scopre la conduzione elettrica, e sei anni più tardi Dufay fa l'altra scoperta capitale dei due stati elettrici opposti.

Il patrimonio della scienza elettrica s'accresce quindi anche più rapidamente: e ciò in grazia fors'anche dei perfezionamenti portati alla macchina elettrica, alla quale Boze aggiunge il conduttore, ed un professore di greco a Lipsia, il Winkler, aggiunge il cuscinetto strofinatore; e numerosi sperimentatori sparsi in tutto il mondo civile o rinvengono qualche nuovo fenomeno o perfezionano qualche esperienza già conosciuta. Si constata, fra altro, che colla scintilla possono uccidersi piccoli animali, o possono accendersi corpi combustibili; così il dott. Ludolf accende l'etere, l'abate Nollet l'idrogeno, il dott. Watson la polvere da sparo. Questi ed altri effetti prodotti dalla scarica elettrica divengono poi più grandiosi e svariati dopo la scoperta della bottiglia di Leyda, fatta dal Muschenbrock nel 1746, o, secondo alcuni, da von Kleist nel 1745.

La novità e sin la stranezza di tali fenomeni, a noi oggi così famigliari, dovevano vivamente colpire l'immaginazione, e far sì che ad essi si appassionassero anche molti, che per indole di studi o per posizione sociale erano fino ad allora rimasti estranei alle scienze spe-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

rimentali od almeno alla fisica. Questa circostanza non può non avere contribuito a quell'andamento, quasi sempre di mera osservazione di fatti isolati, che ebbero le ricerche sino al tempo di Volta. Ad ogni modo, scorrendo questo periodo storico raramente s'incontra chi abbia tentato di coordinare i fenomeni osservati e di risalire alle loro cause, o, facendolo, abbia saputo emanciparsi completamente dai dominanti preconcetti metafisici.

Quasi tutti gli sperimentatori si compiacevano sopra tutto nel variare le condizioni e le modalità dei fenomeni collo scopo di renderli più meravigliosi. Per esempio, si elettrizzava una persona isolata, anzichè un qualunque conduttore, onde trarre poi da essa scintille, colle quali accendere corpi combustibili; si faceva passare l'elettricità da una persona ad un'altra mediante un getto d'acqua, piuttosto che per diretto contatto; si trasmetteva la scarica della boccia di Leyda attraverso molte persone disposte in catena, e via dicendo.

È quindi ben naturale che alle volte i fatti osservati venissero erroneamente interpretati, od almeno che a qualche fenomeno si attribuisse una troppo grande portata. Così accadde che all'elettrizzazione del corpo umano, fatta in varie maniere, si attribuissero effetti, a produrre i quali certamente la suggestione aveva una parte assai grande, se pure non ne era l'unica causa; e si giungesse perfino da taluno a ritenere, che sostanze, ermeticamente chiuse in vasi elettrizzati, potessero agire sugli organi di chi veniva con essi posto in comunicazione. Così pure, non appena venne dimostrata la natura elettrica della folgore, si vollero da alcuni considerare come elettrici molti altri fenomeni naturali, perfino le stelle cadenti, la cui vera natura era riservato ad un illustre nostro italiano di completamente svelare.

Tanto più campeggiano quindi nella nostra ricordanza i nomi di quei pochi uomini superiori, che cercarono fin d'allora di approfondire la conoscenza dei fenomeni elettrici, o di riunirli razionalmente in un corpo di dottrina. Ricordiamo Watson e gli altri della Società Reale di Londra, che vollero esaminare sino a qual distanza e con quale velocità la scarica elettrica potesse essere trasmessa da un filo; Nollet, Mainbray e gli altri, che cercarono d'indagare se e quali effetti si producessero tenendo a lungo elettrizzati piante ed animali; Beniamino Franklin, che emerge sopra tutti e le cui lettere dirette al Collinson della Società Reale di Londra, tradotte poi in quasi tutte le lingue europee, contengono, oltre alla narrazione delle esperienze che lo condussero alla invenzione del parafulmine, l'esposizione della teoria unitaria del fluido elettrico, da Volta adottata e professata poi sempre. Rammentiamo altresì il Beccaria, per le sue osservazioni numerose ed

Biblioteca nazionale centrale di Roma

accurate sull'elettricità atmosferica; il Canton, cui si debbono, fra altre, le esperienze sull' influenza elettrica; il Symmer, per i suoi studi sull'elettricità di strofinamento e per la sua teoria dei due fluidi elettrici.

Tale il momento storico, nel quale appare Alessandro Volta.

Una mente come la sua doveva necessariamente subire il fascino potente, che fenomeni tanto meravigliosi e svariati esercitavano; e questi fenomeni infatti formarono prevalentemente l'oggetto delle sue ricerche, anche di quelle fra esse che non hanno diretta relazione colla pila e che per prime prenderò in considerazione.

II.

L'opera scientifica di Volta considerata in quanto non ha diretto rapporto coll'invenzione della pila.

Nato in Como nel 1745, Alessandro Volta, poco più che adolescente, prese a soggetto di alcuni suoi componimenti poetici e le esperienze elettriche allora in voga e le osservazioni fatte dal De Saussure sul Monte Bianco. Questo ci dica come Egli fosse di già erudito in tal genere di studi: intorno ai quali poi Egli cercava di acquistare ogni miglior lume, mantenendo una attiva corrispondenza coll'abate Nollet e con altri fisici contemporanei. In breve fu tratto ad investigare Egli stesso direttamente i fenomeni elettrici; sicchè, appena ventiquattrenne, dedicò al Beccaria di Torino la sua prima Memoria, *De vi attractiva ignis electrici*, seguita due anni dopo da un'altra indirizzata al celebre Spallanzani.

A queste due pubblicazioni, che valsero al Volta la nomina a reggente nel Liceo di Como, e poco dopo a professore di fisica, seguirono: le lettere al Campi, al Priestley, al Fromond ed al Klinkosch, nelle quali si tratta dell'elettroforo e delle esperienze relative; le lettere al marchese Castelli sul moschetto e sulla pistola ad aria infiammabile; e quella al De Saussure sulla capacità dei condensatori.

Leggendo questi scritti, e più particolarmente quelli che si riferiscono alle ricerche che lo condussero all'invenzione dell'elettroforo, ognuno di noi deve essere stato colpito dall'acume singolare con cui Egli sa trarre partito da ogni dettaglio di osservazione, e dalla abilità somma con cui sa far convergere allo scopo in vista le circostanze favorevoli.

Volta fu condotto all'elettroforo combattendo la teoria della così detta *elettricità vindice*, sostenuta dal Beccaria per ispiegare certi

Biblioteca nazionale centrale di Roma

fenomeni precedentemente osservati dallo stesso Beccaria, da Wilke, Epino e Cigna.

Sappiamo che, secondo questa teoria, una lastra coibente elettrizzata, messa a contatto con una conduttrice non isolata, doveva restare priva di elettricità, e, separandosi poi le due lastre, la prima doveva rivendicare, per così dire, la carica primitiva, lasciando alla lastra conduttrice, se adesso isolata, una carica di segno contrario. Volta invece chiaramente dimostrò, che la lastra coibente conservava quasi integralmente la propria elettricità, e che quest'ultima induceva una elettricità opposta nel conduttore. La stessa adesione, che si manifestava durante il contatto, confermava la spiegazione del Volta: il quale non ebbe che a dare forma e dimensioni appropriate alle due lastre, e collocarne una terza conduttrice sotto quella coibente, per costruire il suo elettroforo.

Se prima Wilke ed Epino avevano avuto occasione di adoperare nelle loro esperienze apparati aventi coll'elettroforo qualche analogia, ciò non scema il merito del nostro Volta, il quale d'altronde, come Egli stesso osserva scrivendo al Klinkosch, [1] non conobbe che tardi quegli anteriori tentativi. Al proposito ben scrive il Mocchetti nel suo Elogio di Volta: [2] *Egli fu solo maestro a se stesso, e con procedimento sì nuovo e di tanta semplicità, che fece cadere nell'oblio quegli oltramontani inventori.* E sta di fatto che l'elettroforo destò entusiasmo fra i fisici, i quali tutti vollero esserne possessori, sicchè in breve moltissimi ne furono costruiti, qualche volta anche di dimensioni considerevoli, come quello di Lichtenberg, che misurava circa due metri di diametro. Questo semplicissimo istrumento, che rese servigi importanti agli sperimentatori, può considerarsi come la prima macchina elettrica ad influenza.

A Volta si deve la scoperta della produzione della così detta *aria infiammabile* nella decomposizione delle sostanze organiche. Per primo Egli colla scintilla infiammò in vasi chiusi questo gas, oppure l'idrogeno, mescolati all'aria. Il che pure lo condusse ad inventare: il moschetto e la pistola, che sono noti ancora col suo nome; l'eudiometro, tuttora in uso per le analisi del gas; la lampada ad idrogeno e l'apparecchio che, quattro anni più tardi, doveva servire al Cavendish per realizzare la sintesi dell'acqua.

Cade qui in acconcio una giusta osservazione, che l'illustre Arago

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Firenze, 1816. Tomo I, parte I, pag. 149.

[2] *Elogio del Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Como, tip. Ostinelli, 1833. Pag. 6.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

faceva nel bello Elogio [1] da lui letto in onore del nostro grande fisico davanti all'Accademia delle scienze di Parigi: *Volta possedeva al sommo grado due qualità, che di rado vanno congiunte: il genio creatore e lo spirito di applicazione. Mai non abbandonò egli un soggetto senza averlo prima sotto ogni aspetto considerato, senza avere descritto, o per lo meno accennato i diversi strumenti, che la scienza, l'industria, o la semplice curiosità vi potriano adattare.* Di che abbiamo una riprova, oltre che nelle invenzioni accennate, più ancora nella proposta da Lui fatta in una sua lettera del 1777 diretta al prof. Barletti: la proposta, cioè, di produrre l'esplosione d'una pistola posta a Milano con una boccia di Leyda scaricata a Como, qualora dall'una all'altra città fossero stesi due fili di ferro, oppure uno solo purchè in tal caso un canale d'acqua sostituisse l'altro filo. In questo progetto, che, per quanto se ne sa, non fu attuato, si è ravvisato il germe della moderna telegrafia elettrica: [2] nello stesso modo che esiste in germe l'idea della illuminazione a gas nella proposta, contenuta in una lettera diretta da Volta al padre Campi, di far uso del gas infiammabile naturale nelle lampade in sostituzione dell'olio. E si potrebbe fors'anche con fondamento vedere nelle esplosioni della pistola elettrica l'origine dei moderni motori a gas.

Se negli studi sull'elettroforo spiccano l'ingegnosità ed il retto criterio sperimentale, nella Memoria sulla capacità dei conduttori vediamo risaltare sopra tutto lo spirito scientifico rigoroso, dal quale il Volta fu sempre animato e condotto, e che vivamente contrasta colla tendenza mostrata da gran parte dei fisici del suo tempo. Egli stesso, in una delle sue Memorie pubblicate più tardi, ci spiega chiaramente i suoi concetti intorno ai metodi di ricerca sperimentale. *E che mai può farsi di buono* — Egli dice [3] — *se le cose non si riducono a gradi e misure, in fisica particolarmente? Come si valuteranno le cause, se non si determina la qualità non solo, ma la quantità e l'intensione degli effetti?*

Questo metodo di ricerca, che è il solo vero metodo scientifico, praticato in questi suoi studi sulla capacità dei conduttori, non venne più da Lui abbandonato.

Ed ecco che, in omaggio a questo metodo, Egli è tratto a trasformare gli elettroscopi a fili di lino di Nollet, o quelli a pendolini di

---

[1] *Elogio storico di Alessandro Volta.* Traduzione italiana di G. B. Menini. Como, tip. Ostinelli, 1835.

[2] Veggasi uno scritto del prof. G. Govi, negli *Atti della R. Accademia di Torino,* 22 marzo 1868.

[3] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte I, pag. 38.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Cavallo, in istrumenti di misura, colla creazione del suo elettrometro a paglie, del quale ha cura di stabilire la graduazione, ossia la corrispondenza fra le indicazioni sue e le *tensioni*, per adoperare il vocabolo in uso a quei tempi, da esso possedute.

Non più, dunque, il racconto di esperienze ad effetto, di aureole luminose intorno al capo di una persona (come nella famosa esperienza di Boze, la quale, invano da altri tentata, si seppe poi richiedere che su quel capo posasse un elmo metallico munito di punte); non più la descrizione delle disparate sensazioni, che le persone elettrizzate dicevano di provare: ma sì la retta osservazione dei fatti, la loro sobria descrizione, la valutazione esatta delle circostanze influenti. Gli è così che nella Memoria, di cui stiamo occupandoci, Volta rileva nettamente quale influenza abbiano la forma e la reciproca posizione dei conduttori sulla loro capacità elettrica, sul significato della quale porge esatti schiarimenti. Egli collega rettamente il concetto di capacità con quelli di quantità di elettricità e di *tensione*; la quale ultima, definita in base al grado segnato dall'elettrometro, [1] corrisponde esattamente al nostro potenziale elettrico.

La fama del Volta, giunto intanto al trentaquattresimo anno di età, era già tanto in alto salita, che venne chiamato alla cattedra di fisica della Università di Pavia: ove subito si meritò l'ammirazione e l'affetto dei colleghi, per l'alto suo valore e per le sue morali qualità. Accorrevano in folla i giovani alle sue lezioni, informate sempre, assai più che prima non si usasse, al metodo sperimentale; e ci attesta l'Arago che *la vaghezza di potersi chiamare nel mondo discepolo di Volta contribuì per gran parte, durante un buon terzo di secolo, ai grandi successi dell'Università del Ticino.*

Pur mentre adempieva con diligenza agli obblighi del novello ufficio, potè dedicarsi a nuove ricerche originali, usufruendo per esse dei più adeguati mezzi, posti via via a disposizione sua; sì che in breve diede alla luce la sua Memoria sul condensatore.

Per quanto questo delicato istrumento abbia strette attinenze coll'elettroforo, esso costituisce una nuova ed anzi una delle più geniali di Lui invenzioni. Leggendo la limpida narrazione delle successive modificazioni, per mezzo delle quali dall'elettroforo, destinato a fornire elettricità ad alto potenziale, Egli si accosta a grado a grado ed arriva al nuovo istrumento, destinato a mostrare l'esistenza di elettricità a potenziali bassissimi, si resta compresi di profonda ammirazione.

Ci è ben noto l'immenso partito, che Egli seppe trarne nelle ri-

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* **Tomo II, parte I, pag. 250.**

Biblioteca nazionale centrale di Roma

cerche ulteriori, congiungendolo all' elettrometro. Con quello Volta riescì a mettere in evidenza la produzione di elettricità in circostanze nelle quali il solo elettrometro a paglie non avrebbe potuto essere di alcuna utilità; siccome, per esempio, nelle esperienze sulla elettricità di contatto. Rammentiamo ancora le esperienze fatte dal Volta a Parigi, in unione con Lavoisier e Laplace, e a Londra con Bennett, Magellan, Cavallo ed altri della Società Reale, destinate a dimostrare la produzione di elettricità nell'evaporazione, nella combustione e nello svolgimento di gas, quantunque le opinioni odierne sulla causa di questa elettrizzazione differiscano da quelle, che allora il Volta e gli altri professavano.

Infine, quale ulteriore esempio di utile applicazione dell'elettrometro con condensatore, citerò qui l'esperienza fatta da Volta nella notte fra il 28 ed il 29 luglio del 1780, mentre brillava in cielo una bellissima aurora boreale; [1] tanto più, che ciò mi porgerà il destro di porre in ispeciale rilievo la estrema prudenza da Lui adoperata nel dedurre dai fenomeni osservati le legittime conseguenze. In quella notte Egli ottenne dal condensatore, congiunto ad un conduttore atmosferico, non dubbi segni di elettricità, anzi giunse a trarre da esso piccole scintille: il che sul momento gli sembrò provare essere veramente l' aurora un fenomeno elettrico. In seguito però Egli non si credette autorizzato a considerare la cosa come rigorosamente dimostrata; tanto è vero che, scrivendo nove anni più tardi al dott. Bondioli, [2] autore d'uno scritto sull'aurora, Egli si dichiarava bensì inclinato a credere alla natura elettrica di tale fenomeno e riconosceva la somiglianza fra le apparenze sue e quelle delle scariche elettriche nell'aria rarefatta, ma faceva tuttavia una assennata critica su coloro che *infatuati* — come Egli diceva — *solo di elettricità, ogni favilla, ogni fiamma che lampeggi in cielo o in terra hanno per fuoco elettrico.*

Anche ai fenomeni dell'elettricità naturale dedicò il Volta molti anni di studi, i risultati dei quali Egli espose nelle notevolissime lettere sulla meteorologia elettrica, da Lui dirette al prof. Lichtenberg di Gottinga, e nella lunga Memoria sulla grandine pubblicata dall' Istituto Nazionale Italiano. Ciò che sopra tutto vuolsi rilevare si è che, pur occupandosi di simili argomenti, Egli non trascurava di introdurre nelle sue ricerche, per quanto gli era possibile, misure accurate. E così, preoccupandosi di rendere fra loro comparabili le indi-

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo I, parte I, pag. 241.

[2] *Idem.* Tomo I, parte II, pag. 436.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

cazioni di elettrometri diversi e di fondare un sistema generale di graduazione analogo a quello in uso pei termometri, Volta propone, nella prima delle testè citate lettere, [1] l'uso della bilancia, mercè la quale stabilire l'equilibrio fra pesi noti e la forza elettrica agente sopra un disco metallico sospeso ad uno dei bracci di essa. Un passo solo, benchè importantissimo, restava a farsi, perchè da questa disposizione sperimentale si arrivasse al moderno elettrometro ad anello di guardia di lord Kelvin.

La proprietà, che hanno le fiamme, di agire come farebbero innumerevoli punte acutissime, scoperta da Volta nel 1787, [2] fu a Lui di valido aiuto per istudiare i fenomeni elettrici dell'atmosfera; e, se non fosse più comodo l'impiego degli apparecchi ad efflusso, oggi ancora potrebbesi ricorrere alla fiamma, che forse presenterebbe su quelli dei vantaggi nei casi di brusche variazioni elettriche o di non perfetto isolamento.

Dell'uso della fiamma tratta ampiamente nelle citate lettere al Lichtenberg, descrivendo interessanti esperienze, le quali dovevano spianargli la via verso quella speciale applicazione. In una, fra le altre, che è poco conosciuta, Egli riesce a spandere nell'aria di una camera, per mezzo d'una fiamma, la carica data ad una boccia di Leyda, per raccoglierla poi in parte, più tardi e collo stesso processo, in una nuova bottiglia. [3] Sotto veste un po' rinnovata una simile esperienza fu, molto più tardi e certo in buona fede, data come nuova: fatto questo che non di rado si ripete, a danno anche di più modesti sperimentatori.

Se le idee esposte nelle lettere sulla meteorologia elettrica non possono, in seguito ai successivi progressi realizzati nei vari rami della fisica, essere tutte in oggi accettate, molte però ve ne sono, che tuttora devono essere considerate come esatte.

La stessa teoria della grandine proposta da Volta, la quale fa dipendere la congelazione dal freddo dovuto ad una rapida evaporazione, è, nelle sue linee generali, ammessa ancora dai più: e l'ingegnosa ipotesi della danza elettrica dei piccoli ghiacciuoli fra nubi oppostamente elettrizzate, immaginata dal Volta per ispiegare il loro

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo I, parte II, pag. 5.

[2] La medesima scoperta fu fatta, quasi contemporaneamente, anche da Bennett. Volta dimostra in una nota della sua quarta lettera al Lichtenberg, che Egli non poteva aver avuto conoscenza che da poco tempo delle esperienze del fisico inglese.

[3] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo I, parte II, pag. 166.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

ingrossamento e la loro prolungata sospensione, se generalmente viene considerata come insufficiente, non può essere detta assurda.

Del resto, le cause e le modalità del terribile fenomeno meteorologico sono ancora in gran parte avvolte in un opaco velo, benchè intorno ad esse si sieno esercitati ingegni poderosi; sì che sembra prudente l'astenersi da troppo recisi giudizi sulle varie teorie, e su quella di Volta in particolare.

Fra le ricerche compiute dal nostro grande fisico nel campo dell'elettricità — sempre all'infuori di quelle che lo condussero all'invenzione della pila — non possiamo non rammentare quelle relative all'elettricità delle torpedini, nè, per l'originalità del concetto al quale s'informano, quelle colle quali tentò di far servire l'elettrometro ad uso di sensibilissimo igrometro, quantunque la realizzazione di un tale concetto non sembri facile, nè in oggi opportuna.

Anche in altri campi stampò il Volta orme profonde. De-Luc, Roy, De-Saussure, Lambert, Berthollet, Amontons, ed altri valentissimi fisici, si erano occupati dell'importante studio della dilatazione dei gas, ma erano pervenuti a risultati discordi. Volta, col suo fine intuito, scoprì la causa di tali discrepanze nel vapor acqueo, che si mescolava all'aria in molte di quelle esperienze; tantochè, avendolo eliminato, potè giungere a risultati regolari, che gli permisero di formulare la legge di proporzionalità fra l'aumento di pressione di un dato volume di aria e l'aumento di temperatura, che serve a produrlo.[1] Riconobbe altresì, che, quando l'aria conteneva una costante quantità di vapore essa si comportava come l'aria secca, e giustamente ne concluse, che anche il vapore da solo doveva comportarsi come l'aria.

Infine, nel poscritto ad una lettera al Vassalli[2] asserì, che la quantità di vapore, che si forma in un dato spazio limitato, è la stessa, tanto se quello spazio è dapprima vuoto, quanto se contiene già dell'aria. Gay-Lussac e Dalton confermarono più tardi con numerose esperienze questi risultati, e così poterono nuovamente enunciare quelle leggi, che oggi col loro nome vengono designate.[3]

Da questi rapidi richiami resterà convinto, io spero, ognuno che già nol fosse, che, se anche a Volta non si dovesse l'invenzione della pila, Egli sarebbe degno tuttavia di altissima fama e di universale riconoscenza, tanto pei notevoli progressi compiuti dalla fisica mercè

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo III, pag. 329.

[2] *Idem*, Tomo III, pag. 381.

[3] Veggasi lo scritto del prof. L. Magrini negli *Atti dell'Istituto Lombardo.* Vol. II, fasc. 12, 1861.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

l'opera sua, quanto per avere Egli rimesso in onore il vero metodo sperimentale. E non dimentichiamo poi che a' suoi tempi i mezzi di ricerca erano incomparabilmente più scarsi e difficili a procurarsi di quello che sieno al giorno d'oggi, e che le pubblicazioni scientifiche si diffondevano con tanta minore rapidità. S'aggiunga, che i lunghi viaggi, da lui fatti a più riprese attraverso l'Europa, dovettero necessariamente sottrarre tempo non breve al suo proficuo e tranquillo lavoro. Più che lo svago, cercava il Volta con essi l'opportunità di conoscere personalmente i dotti più eminenti, coi quali amava discutere intorno alle quistioni più interessanti, ed alle cui pubbliche lezioni spesso assisteva come un modesto studioso.

Dei principali episodi di questi viaggi, come pure delle varie vicende della vita di Volta, sarei vivamente tentato ora di toccare. Le biografie che di Lui si posseggono, le molte lettere edite ed inedite che di Lui rimangono, fornirebbero a ciò un materiale abbondante, e permetterebbero di tratteggiare la figura morale del grande uomo, degna veramente del suo alto intelletto. Ma se non me ne astenessi, troppo varcherei appunto quei limiti, entro i quali, come fin dapprincipio accennai, questo discorso, e per la circostanza in cui è fatto e per la qualità degli ascoltatori, deve essere compreso; e perciò passo invece senz'altro a rammentare le circostanze e le esperienze che Lo condussero all'invenzione della pila.

III.

La scoperta di Galvani e l'elettricità di contatto.

Mentre Volta raccoglieva i meritati allori nel campo della fisica sperimentale, Luigi Galvani, che nell'Università di Bologna e nell'Istituto di quella Accademia professava l'anatomia e l'ostetricia, compiva quei lunghi e pazienti studi intorno agli effetti prodotti dall'elettricità sugli animali, e particolarmente sulle rane, che lo condussero alla sua memoranda scoperta.

Di otto anni più attempato del Volta, i suoi lavori anatomici già gli avevano acquistata invidiabile fama; quantunque, indugiando egli di solito a rendere note colle stampe le sue osservazioni, accadesse qualche volta che altri ne raccogliesse gli onori. Scorrendo i manoscritti, che di lui sono rimasti, [1] si rileva, che sino dal 1780 egli si

[1] *Collezione delle Opere del celebre prof. L. Galvani.* Bologna, tip. Dall'Olmo, 1841, pag. 13.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

occupava delle ricerche, le quali dovevano condurlo alla sua famosa esperienza, e che da allora sino al 1791, anno nel quale pubblicò il magistrale lavoro *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*, [1] egli preparò vari scritti relativi alle sue esperienze, che poi non si decise a pubblicare.

Dopo aver constatato che la rana, preparata nella classica maniera che da lui prende nome, costituisce colle sue vivaci contrazioni muscolari un elettroscopio d' immensa sensibilità, capace di accusare, non solo le scariche anche debolissime dell' elettricità artificiale, ma quelle pure della elettricità atmosferica, Galvani ebbe occasione di osservare le stesse contrazioni in contingenze speciali, nelle quali mancava la causa, che di consueto le provocava. Il singolare fenomeno doveva vivamente attirare l' attenzione di un osservatore così sagace, quale era il Galvani. In breve egli seppe rendersi conto della condizione necessaria alla sua produzione, che riconobbe non essere altro che l' esistenza di una comunicazione metallica fra i nervi lombari della rana ed i muscoli della coscia. Gli bastò infatti di toccare quei due punti del corpo dell' animale colle estremità d'un arco conduttore, per provocare vivaci contrazioni, simili in tutto a quelle che aveva le mille volte ottenuto mediante le scariche elettriche.

La natura elettrica del fenomeno era chiaramente additata, oltre che dalla somiglianza degli effetti, anche dalla necessità, tosto riconosciuta, d' una sufficiente conducibilità elettrica nell'arco: e Galvani, non iscorgendo in questo la sorgente dell'elettricità, la suppose nel corpo stesso dell' animale. A questa ipotesi, di una elettricità animale, egli doveva essere più naturalmente inclinato, perchè le ricerche, delle quali da anni si occupava, erano informate a certe sue proprie idee, risguardanti le possibili relazioni esistenti fra ciò che in allora si chiamava il fluido elettrico e la così detta forza nervosa.

L' esperienza di Galvani, non appena conosciuta, venne da ogni parte ripetuta con successo, destando profonda emozione. Volta fu tra i primi ad occuparsene, come risulta da una sua lettera al dott. Baronio in data 3 aprile 1792. [2] Egli però non si contentò di verificare quella che egli stesso chiamò *stupenda scoperta* del Galvani, ma ne variò in più modi le condizioni; ed inoltre si accinse a misurare le minime scariche sufficienti a provocare le contrazioni, sostituendo al semplice arco una boccia di Leyda, la cui carica già misurata veniva ripartita fra altri condensatori di nota capacità. Con poche esperienze,

---

[1] *Collezione delle Opere del celebre prof. L. Galvani.* Bologna, tip. Dall'Olmo, 1841, pag. 61.

[2] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte I, pag. 3.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

condotte coll' accuratezza ed il rigore consueti, Egli potè stabilire questo importante dato di fatto: e cioè che le contrazioni erano più vive allorchè si toccava il nervo lombare della rana coll' armatura positiva ed il muscolo colla negativa, che non nel caso inverso.

Sedotto dal nuovissimo fenomeno, Volta non doveva per molti anni abbandonarne lo studio: ed infatti pochi mesi dopo pubblicava una prima Memoria sull' elettricità animale, [1] seguita poi da parecchie altre. [2] Leggendo in esse la limpida descrizione di quelle sue innumerevoli ed ingegnose esperienze, si può seguire passo passo il logico svolgimento del suo pensiero, e comprendere in qual modo lentamente si compiesse in Lui quella evoluzione, per la quale da ammiratore e fautore dell' ipotesi di Galvani divenne suo oppositore e fu condotto a dar vita alla teoria del contatto.

Le prime sue esperienze gli sembrano infatti corroborare l' ipotesi di Galvani; ed ecco in quali termini, che altamente onorano tanto chi li dettava, quanto colui al quale si riferivano, Egli comincia la sua prima Memoria. *La dissertazione pubblicata dal dott. Galvani dell' Istituto di Bologna e professore di quella Università, celebre per altre scoperte anatomiche e fisiologiche, sull' azione dell'elettricità nel moto muscolare, contiene una di quelle grandi e luminose scoperte, che meritano di far epoca negli annali delle scienze fisiche e mediche, non tanto per ciò che ha in sè stessa di nuovo, quanto perchè apre un largo campo di ricerche non meno interessanti che curiose, e di utilissime applicazioni. L' esistenza di una vera e propria* Elettricità animale, *vale a dire che eccitasi di per sè negli organi viventi... è ciò che viene provato ad evidenza nella terza parte di quest' opera, con molte esperienze ben combinate, e accuratamente descritte.*

Molte delle esperienze descritte dal Volta differiscono alquanto dalla esperienza fondamentale di Galvani. Infatti Egli spesso si serve, non già della rana preparata nella classica maniera, ma d' un animale vivente, nel quale riesce a provocare le contrazioni muscolari col far toccare insieme due armature conduttrici, l' una generalmente costituita da una foglia di stagno o di piombo e l' altra da una chiave di ferro o da un cucchiaio o simili, applicate a due diverse parti del corpo.

Dapprincipio il Volta non rileva la diversità fra le due armature, o almeno sembra non darvi importanza; ma già nella sua se-

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* **Tomo II, parte I, pag. 13.**

[2] *Idem.* **Tomo II.**

Biblioteca nazionale centrale di Roma

conda pubblicazione sull' elettricità animale dichiara necessaria tale diversità, pur dicendo d' ignorare di tal necessità la ragione, e lealmente riconoscendo che la maggior efficacia d' un conduttore bimetallico già era stata notata dal Galvani. Col variare poi giudiziosamente i luoghi del corpo dell' animale, ai quali viene applicando le armature, giunge a stabilire, che le contrazioni dei muscoli sono un effetto secondario dell' eccitazione prodotta sui nervi; e, con geniale generalizzazione, è indotto a tentare l' azione delle armature sui nervi di senso. Così arriva alla singolarissima esperienza del sapore prodotto col reciproco contatto di due metalli diversi applicati alla lingua; esperienza che, a sua insaputa, era stata descritta 25 anni prima dal filosofo svizzero Sulzer, membro dell'Accademia di Berlino, nella sua *Nuova teoria dei piaceri.*

Sorse intanto nella mente di Volta come un vago sospetto, che quelle contrazioni muscolari, o quel sapore sulla lingua, o i bagliori nell' occhio (che pure Egli era giunto a produrre applicando in luoghi convenienti le due armature metalliche), più che ad elettricità sviluppata nell'animale, si dovessero ad elettricità proveniente dal di fuori. Il sospetto assunse a poco a poco forma più decisa; tantochè nelle lettere indirizzate a Tiberio Cavallo [1] il Volta dichiarava nettamente di essere omai persuaso, che la maggior parte dei fenomeni osservati da Galvani e da Lui fossero effetti, non già di una elettricità animale, ma d'una elettricità artificiale assai debole, che si eccitava in un modo impreveduto per la semplice applicazione di due armature eterogenee. Tuttavia, con prudenza degna di ammirazione, soggiungeva che certe esperienze, come quella delle contrazioni prodotte con arco omogeneo, gli apparivano ancora veramente dovute ad elettricità animale.

A questa fase delle sue ricerche Volta ammette dunque ancora l' ipotesi di Galvani; ma a fianco di questa ne pone già un' altra, quella della elettricità dovuta alle armature metalliche, senza per altro precisare maggiormente il suo concetto: però, cosa degna di speciale rimarco, intuisce di già che il disequilibrio elettrico prodotto dalle armature deve dar origine, non ad un flusso elettrico momentaneo, come una scarica di condensatore, ma ad un fenomeno continuato, per designare il quale comincia a servirsi della denominazione di corrente elettrica. Dal nuovo concetto Egli trae omai naturalmente l' ispirazione a nuove e svariate esperienze, che lo conducono alla fine ad escludere ogni elettricità animale, e a formulare in modo via via più chiaro la sua ipotesi.

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte I, pag. 121, 141.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Una dissertazione del prof. Giovanni Aldini, nipote e collega del Galvani, pubblicata di seguito ad una ristampa della citata Memoria di quest'ultimo, fornì al Volta l'occasione di esporre le proprie idee, mediante una lettera all'Aldini stesso indirizzata.[1] Ma è specialmente nelle lettere dirette al prof. Vassalli[2] dell' Università di Torino, che quelle idee appaiono meglio sviluppate, e che più stringenti si mostrano gli argomenti addotti a loro sostegno.

Che pensa Ella — così comincia la prima delle lettere al Vassalli — *della pretesa elettricità animale? Per me sono convinto da un pezzo, che tutta l' azione procede originariamente dai metalli combacianti con un corpo umido qualunque, o l' acqua stessa; in virtù del quale combaciamento viene spinto avanti il fluido elettrico in esso corpo umido od acqueo dai metalli medesimi, da quale più, da quale meno (più di tutti dal zinco, meno quasi di tutti dall'argento); onde indotta una comunicazione non interrotta di acconci conduttori, è tratto esso fluido in un continuo giro.*

Questo enunciato poco differisce in fondo da uno della recente teoria osmotica della pila, che in oggi conta già molti seguaci; e secondo la quale ogni metallo spingerebbe nel liquido, non il fluido elettrico, ma i propri atomi elettrizzati, ossia i propri ioni.

Del contatto fra i due metalli Volta qui non si cura; mentre invece più tardi è tratto a dare molto maggiore importanza a questo, che al contatto dei metalli col liquido.

Come era presumibile, i sostenitori dell' elettricità animale scendono armati in campo, e accumulano esperienze tendenti a provare vera quella ipotesi. Fra essi si distinguono per valore e attività il detto Aldini ed il dott. Eusebio Valli. Dal canto suo, Volta oppone nuove esperienze e forti argomentazioni a quelle degli avversari, e il famoso dibattito, fervido ma sempre cortese, si estende anche fuori d' Italia e dura lunghi anni. È oltremodo interessante il seguirne le fasi: quando a una parte, quando all' altra sembra spettare la vittoria, a seconda che un nuovo fatto o una argomentazione ingegnosa fanno mutare le sorti del combattimento; e, cosa singolare, non si riesce a parteggiare e desiderare la vittoria nè per l' una, nè per l' altra delle parti contendenti, tanto si ammira il valore da entrambe spiegato, tanto evidente è l' amore del vero da cui solo tutti sono animati.

La prima obbiezione mossa a Volta è quella delle contrazioni

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte I, pag. 177.

[2] *Idem.* Tomo II, parte I, pag. 197.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

ottenute con arco omogeneo; ed Egli risponde che l'omogeneità può essere apparente e non reale, bastando differenze piccolissime di temperatura, levigatezza, ecc., per rendere differenti fra loro le due estremità dell'arco stesso. Nè Egli si contenta di affermazioni, ma aggiunge le prove: per esempio, mostrando che basta scaldare nell'acqua bollente una delle estremità dell'arco metallico, per provocare con esso le contrazioni della rana, se dapprima non si producevano. *A che ricorrere* — esclama il Volta — *ad un altro principio meramente supposto di un naturale sbilancio cioè di fluido elettrico negli organi animali? Saria questo un moltiplicare inutilmente le cause per effetti della stessa natura. Stiamo a quello che è direttamente e indubitatamente provato, e non lasciamoci trasportare a congetture ed ipotesi in apparenza belle e seducenti, ma che vane per lo più sogliono riuscire ed inutili, quando trascendono l'espressione delle più semplici e chiare esperienze.* [1]

Auree parole! Le quali, quantunque dal Volta dettate per criticare una ipotesi, che a lui sembrava non necessaria, dovevano certo essere nella mente sua rivolte più in generale anche contro coloro, i quali non esitavano a creare subito nuovi enti ipotetici dinanzi ad ogni nuova difficoltà o lacuna, e parlavano di fluido metallico, di fluido galvanico, ecc. Intese in tal modo, quelle parole acquistano tutto il loro valore storico, ed in pari tempo felicemente esprimono un canone fondamentale della filosofia naturale.

Altre e più formidabili obbiezioni vennero mosse alla teoria di Volta, oltre che dall'Aldini e dal Valli, da altri autori; e specialmente in uno scritto anonimo, seguito poco dopo da un supplemento, pubblicatosi al principio del 1794 in Bologna, e avente per titolo: *Dell' uso dell'arco conduttore nelle contrazioni dei muscoli.* Di questo opuscolo, che fu da qualcuno attribuito all'Aldini, era certamente autore il Galvani. [2]

Troppo ed inopportunamente mi dilungherei, se volessi qui riferire tutti gli argomenti addotti dai sostenitori delle due teorie,

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte I. pag. 206.

[2] Che Galvani sia l'autore di questo scritto risulta già da testimonianze di suoi contemporanei. Un biografo, pochi anni dopo la sua morte, asseriva, che se il Galvani in quello scritto parlava di sè stesso in terza persona, ciò probabilmente aveva fatto *per esaminare con più imparzialità il proprio sistema, e fors'anche per evitare la lode che glie ne veniva*... Ma vi ha di più: fra le carte appartenute al Galvani e lasciate dall'Aldini all'Accademia di Bologna, si trova buona parte del manoscritto di quell'opuscolo scritto di pugno del Galvani stesso.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tutte le ingegnose esperienze ideate per appoggiarli: però non posso esimermi dall'accennare a qualcuna delle più importanti di queste.

Per mostrare le contrazioni prodotte da un arco perfettamente omogeneo, Aldini ricorre al mercurio, nel quale immerge nel debito modo la rana preparata; ma Volta risponde, che l'omogeneità completa manca ancora, per l'esistenza d'un velo d'ossido alla superficie di quel liquido. Galvani ottiene le contrazioni della rana senza adoperare arco metallico, portando a diretto contatto le parti dell'animale, che di solito si fanno per mezzo dell'arco comunicare; ma Volta osserva, che tale esperienza riesce solo con rane assai vivaci ed appena uccise e preparate, cioè quando semplici eccitazioni meccaniche dei nervi bastano a farle agitare. Il Valli fa più tardi una simile esperienza, e sostiene nuovamente che essa porge la prova diretta dell'elettricità animale; ma Volta, che intanto aveva dimostrata e studiata la produzione di elettricità per contatto fra conduttori di seconda classe, fa notare, che l'esperienza riesce solo a condizione che le parti della rana, condotte a toccarsi, sieno in qualche modo differenti, o per loro natura, e per essere diversamente ricoperte di sangue o d'altro umore, e che perciò all'elettricità di contatto fra corpi diversi si debbono qui ancora le contrazioni.

Senonchè, una volta stabilito che anche i conduttori umidi, o di seconda classe, possedevano la facoltà elettromotrice, diveniva impossibile ai sostenitori dell'ipotesi di Galvani l'escludere assolutamente l'intervento dell'elettricità di contatto; e la famosa lotta dovette omai languire.

Solo assai più tardi, e cioè quando la fisica fu dotata di quel delicatissimo ed utilissimo strumento, che è il galvanometro, si riescì a dimostrare la reale esistenza di correnti elettriche negli animali; e, benchè ciò non significhi che le contrazioni della rana debbano considerarsi come dovute a quelle correnti, pure ne risulta pienamente confermato il concetto fondamentale del Galvani. Forse le correnti proprie degli animali potranno essere alla loro volta attribuite a quegli stessi processi elettrochimici, che si manifestano quando conduttori eterogenei opportunamente scelti sono in contatto, e che producono la corrente elettrica nelle pile. Ma ben avrebbe torto chi, giudicando omai le cose da un tal punto di vista, considerasse come meno interessante il famoso dibattito d'allora, che invece giustamente e tanto utilmente appassionò il mondo scientifico.

Da quella lotta trasse Volta l'incentivo a nuove ricerche, che gli permisero di accumulare numerose prove in favore della sua teoria del contatto: ed invero, leggendo le già citate lettere da Lui

Biblioteca nazionale centrale di Roma

dirette al prof. Vassalli, [1] e le tre scritte più tardi al prof. Gren di Halle, [2] non troviamo in esse solamente le risposte alle obbiezioni dei suoi avversari, ma altresì l'esposizione delle numerosissime esperienze, che lo condussero a formulare le leggi della elettricità di contatto e all'invenzione della pila.

Di quest' ultima dobbiamo ora occuparci.

IV.

La pila.

Le eccelse qualità intellettuali di Alessandro Volta non rifulgono altrove così, quanto in quelle sue ricerche sulla elettricità di contatto. Immaginazione vivace, sempre a tempo frenata dalla fredda ragione; serenità d'animo di fronte a inaspettate difficoltà, che lo obbligassero a modificare le proprie idee; sagacità somma nel combinare esperienze, ed impareggiabile abilità nel ben eseguirle; logica sana e potente nell'interpretare e nel collegare i fatti provati e nel trarne le conseguenze: ecco i caratteri salienti della sua mente superiore.

Ci riempie di grande meraviglia il constatare come con mezzi, che facilmente ognuno di noi considererebbe quali insufficienti, Egli giungesse, non solo a mettere in evidenza la produzione di opposti stati elettrici in due corpi diversi messi in contatto, ma a stabilire, sulla base di accurate e pazienti misure, la legge che porta il suo nome. Stabilita questa legge pei conduttori di prima classe, non tardò ad accorgersi che quelli di seconda classe a quella legge non obbedivano; ed ebbe allora il geniale pensiero di esaminare ciò che accadeva disponendo vari conduttori in modo da formare una catena o circuito chiuso.

Quando tutti quei conduttori sieno di prima classe, nessun fenomeno elettrico continuato si produrrà, in virtù appunto della detta legge; ma quando uno o più di quei conduttori siano di seconda classe, o come in oggi si suol dire elettroliti, a seconda dei casi o si avrà ancora equilibrio elettrico o invece questo equilibrio risulterà impossibile. L'ultimo caso è il più interessante. Nell'atto di stabilire l'ultimo contatto destinato a chiudere il circuito, fra i due corpi destinati a toccarsi esiste una differenza di potenziale diversa da quella

[1] Le prime fanno parte della *Collezione* più volte citata; le altre sono riportate a pag. 73 e 88 del volume *Onoranze a Volta*, pubblicato a Pavia nel 1878.

[2] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte II, pag. 5.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

che il loro reciproco contatto può produrre; perciò l'equilibrio è impossibile, ed il circuito deve essere percorso da una durevole corrente elettrica.

Il più semplice modo di realizzare questo stato di cose, è quello di formare il circuito con tre conduttori diversi, purchè scelti opportunamente e non tutti di prima classe; ma il porre in serie e sempre nello stesso ordine molti sistemi simili di tre corpi, onde formare un unico circuito, deve necessariamente rendere gli effetti proporzionatamente più considerevoli. È certamente dallo studio delle possibili combinazioni di tal genere, che Volta dovette logicamente essere condotto a formare quella disposizione di conduttori, che Egli chiamò spesso *organo elettrico artificiale*, quasi considerandola quale un'imitazione dell'organo elettrico della torpedine, e che poi per la sua primiera forma si chiamò la *pila;* cioè a formare quel meraviglioso apparato, al quale più o meno direttamente si debbono tutti gl'immensi progressi compiuti in questo secolo dalla scienza della elettricità. [1]

Tutti sappiamo quale sorpresa destasse nel mondo il nuovo trovato, quale esplosione di ammirazioni producesse ovunque, quali meritati onori procacciasse al Volta. E veramente l'impressione doveva essere, come fu, immensa; giacchè mercè la pila, e quindi con mezzi estremamente semplici, non solo poterono ottenersi subito molti di quei fenomeni, che già si sapevano produrre colla scarica dei corpi elettrizzati, ma di nuovi ed assolutamente inaspettati in breve si ricavarono. Di più, i fenomeni noti assumevano, allorchè prodotti colla pila, caratteri speciali, che li rendevano più utili o più interessanti

Ed invero, non si osservavano più fenomeni transitori o di breve durata, ma effetti che sembravano incessantemente rinnovarsi. Non era più la scarica istantanea d'un condensatore, ma una scarica continuata, come se la carica di quel condensatore mai si esaurisse: in certo modo, non si trattava più di una massa d'acqua che d'un sol tratto cada da una grande altezza, ma di un maestoso fiume che tranquillamente scorra perenne. E allorquando, poco stante, si scoprirono i nuovi effetti della pila, siccome in particolare l'elettrolisi (ossia la scomposizione dei conduttori di seconda classe per opera della corrente elettrica), ed il celebre Davy giunse con essa ad isolare i metalli alcalini, l'ammirazione generale pel nuovo strumento fu tale, da indurre lo stesso Davy ad affermare: essere la pila voltiana una colonna di

[1] La grande invenzione fu compiuta nel 1799, ma annunziata al mondo soltanto il 26 giugno 1800, per mezzo di una lettera diretta dal Volta a Sir Banks, presidente della Società Reale di Londra.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

fuoco che ha illuminato ed illumina i sapienti nel buio delle ricerche naturali, per modo che essa ha recato più incremento alle scienze fisiche e chimiche, che il microscopio alla storia naturale e il telescopio alla astronomia.

Le ricerche, che condussero Volta all' invenzione della pila, gli fornirono l' arma vittoriosa per combattere definitivamente coloro, i quali si ostinavano a considerare il così detto *fluido galvanico* come qualcosa di differente dal fluido elettrico, supposta causa dei fenomeni elettrici. Nella sua grande Memoria *Sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico* Volta riassunse la famosa controversia e svolse la propria teoria nel modo il più completo. [1] Come ben scrisse un egregio nipote del grande comasco, questo è un lavoro *stupendo, ricco di esperienze nuove e di argute argomentazioni,* [2] e si può considerare come il suo *testamento letterario.* [3]

Sono assai curiose ed istruttive le vicende di quella Memoria. Una Società scientifica aveva nel 1805 bandito un concorso a premio su questo quesito: " Esporre con chiarezza, con dignità e senza offesa „ di alcuno la quistione sul galvanismo fra gli egregi nostri soci signor „ Giovanni Aldini e signor Alessandro Volta. „ [4] Il premio non fu concesso a nessuno dei tre concorrenti che vi aspirarono, e vennero abbruciati i biglietti sigillati, che contenevano i nomi degli autori. Or bene, uno dei concorrenti era Alessandro Volta, e il lavoro da Lui presentato al concorso era quella poderosa Memoria! E non basta. Il Configliacchi, successore di Volta nella cattedra pavese di fisica, la pubblicò nove anni dopo in modo da non lasciare comprendere chi ne fosse l' autore, e non la citò fra le opere di Volta quando più tardi ne scrisse un ampolloso Elogio. Ma ripeto, non tardarono ad emergere le prove, oggi irrefutabili, che quella Memoria fu scritta dal grande fisico di Como.

Dopo che l' originaria pila a colonna fu dallo stesso suo inventore modificata e messa sotto forma di pila a corona di tazze, vennero gli altri innumerevoli cambiamenti, suggeriti dai fenomeni chimici che entro di essa si producono, e destinati a renderne più costanti gli effetti. Fra altro, si ebbero le pile a due liquidi e le pile secondarie; nelle quali ultime, per opera d' una corrente elettrica

---

[1] *Collezione dell'Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, patrizio comasco.* Tomo II, parte II, pag. 165.

[2] *La storia e la teoria voltiana nelle odierne pubblicazioni.* Monografia di Alessandro Volta juniore, pag. 12.

[3] *Idem,* pag. 13.

[4] *Sulle opere di Alessandro Volta.* Note bibliografiche per P. Riccardi, pag. 5 e seg.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tratta da qualunque altra sorgente, è possibile produrre reazioni chimiche inverse a quelle che vi si compiono mentre forniscono la corrente, e ricondurle così alle condizioni iniziali.

Anche intorno a questi ultimi apparecchi si formò il nostro Volta idee giuste, non appena ebbe a studiarli. Il Ritter, che per primo costruì una pila secondaria (formata con 32 lastre di rame, intercalate da dischi di panno imbevuti con una soluzione salina), non comprese bene come essa funzionasse; giacchè ritenne che, facendo passare per un certo tempo una corrente elettrica attraverso il sistema, si accumulassero, come in una serie di condensatori, elettricità opposte sulle due faccie di ogni lastra di rame, e che alla ricombinazione di quelle opposte cariche si dovesse la corrente secondaria. Volta invece (e in ciò vediamo novella prova della grande penetrazione della mente sua) asserì essere la pila secondaria non altro che una pila ordinaria, costituita con un solo metallo e con differenti conduttori di seconda classe formatisi in parte durante il passaggio e per opera della corrente precedentemente inviata attraverso la pila stessa. [1]

I nostri moderni accumulatori sono la forma più conveniente, almeno per ora, di pile secondarie; e così non sarebbe giusto il dire che questi apparati, tanto utili e tanto adoperati, abbiano fatto abbandonare la pila voltiana, essendo alla fine essi stessi non altro che pile preparate con un metodo e con materiali speciali.

Ecco dunque la pila conquistata alla scienza!

In questa conquista il caso non ebbe una parte apprezzabile; essa fu anzi il risultato di una lunga serie di sagaci ricerche e di ingegnose esperienze ispirate da successive logiche deduzioni. Mercè la pila l'elettricità cessò, si può dire, di essere quasi esclusivamente oggetto di studio, per divenire mezzo di ricerca potentissimo, fecondo, universale; per essa la scienza potè svelare ed offrire all'uomo una energia multiforme, che già sembra destinata a produrre nella umana civiltà mutazioni così profonde, da potersi forse paragonare soltanto a quelle che in età remota recò l'uso del fuoco.

Volta adunque fu guidato all'invenzione della pila da un concetto semplice e razionale, il quale opportunamente venne via via modificandosi per adattarsi alle risultanze sperimentali. Ma le sue idee intorno al modo, nel quale il mirabile apparato produce i suoi noti effetti, non furono da tutti durevolmente ed interamente accettate. Sorse anzi a proposito della teoria della pila, una viva controversia, che neppure oggi può dirsi definitivamente chiusa, e intorno alla quale non potrebbesi qui serbare il silenzio.

---

[1] *La storia e la teoria voltiana nelle odierne pubblicazioni.* Pag. 31.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

V.

Le teorie della pila.

Come dopo la scoperta di Galvani fuvvi chi sostenne essere l'elettricità animale qualche cosa di differente dall'elettricità artificiale; così, poco dopo che la pila fu conosciuta, alcuni immaginarono che l'elettricità da essa fornita, ossia la così detta elettricità *metallica* o *idrometallica*, differisse da quella prodotta dalle macchine elettriche. Ma tali opinioni, frutto delle deplorevoli tendenze filosofiche di quel tempo, e spesso ancora d'inesatta cognizione di qualcuno dei fatti dal Volta stesso dimostrati, non durarono a lungo; nè sono tali da destare tuttora in noi qualche interessamento. Del resto, ogni equivoco o malinteso divenne impossibile dopo che Volta, recatosi nel 1801 a Parigi per invito dell'Istituto Nazionale di Francia, in tre memorabili sedute (delli 7, 12 e 22 novembre) davanti a quell'insigne Accademia espose la sua teoria del contatto e mostrò le principali sue esperienze; ciò che gli valse, come è risaputo, una speciale medaglia d'oro, conferitagli in base ad una elaborata relazione dell'illustre Biot e su proposta dell'allora primo console Bonaparte. La sua teoria venne tosto quasi generalmente accettata. Senonchè poco appresso cominciarono a manifestarsi opinioni differenti, e coll'andar del tempo si giunse a formulare una nuova teoria, e cioè la teoria chimica della pila.

Già fino dal 1792, e cioè poco dopo la scoperta di Galvani, un distinto chimico italiano, Giovanni Valentino Fabbroni, aveva attribuite le contrazioni della rana ad un fenomeno chimico. [1] Egli aveva studiato i fenomeni, che si producono allorchè due metalli differenti, immersi in un liquido, sono messi a reciproco contatto; ed aveva riconosciuto come tali fenomeni, che d'ordinario consistono principalmente nell'ossidazione di uno dei metalli, non si producessero quando quel reciproco contatto mancava. Secondo il Fabbroni, il corpo umido della rana faceva le funzioni del liquido rispetto ai due metalli costituenti l'arco eccitatore, e le contrazioni si doveveno all'azione chimica provocata dal loro contatto. In pari tempo, il Fabbroni mostravasi inclinato ad ammettere che l'azione chimica potesse produrre, come effetto secondario, elettricità. Gauthérot [2] in seguito si attenne a que-

---

[1] *Journal de La Métherie*, 1799, pag. 348.

[2] *Mémoires des Sociétés savantes et littéraires de la République Française*, Tomo I, pag. 471.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

st'ultima supposizione, asserendo decisamente che quell'azione chimica era la vera causa dei fenomeni elettrici, da Volta attribuiti al semplice contatto. Questa l'idea, che, accolta dal Wollaston, dal Nicholson e da altri, e successivamente elaborata e di più in più completata, diede origine alla moderna teoria chimica della pila.

La scomposizione chimica dei liquidi o elettrolisi, che ottennero Nicholson, Carlisle, Vassalli ed altri col porre i liquidi stessi a far parte del circuito, che congiunge i poli della pila, venne ben presto a mostrare quanto intimo sia il legame esistente fra i due ordini di fenomeni, e a dar forza così alla teoria chimica. Contuttociò, e quantunque, in seguito alle teorie dell'elettrolisi immaginate da Grotthus in poi ed alle leggi del fenomeno formulate da Faraday e dal nostro Matteucci, resti stabilito che l'elettrolisi del liquido facente parte della pila e la produzione di corrente elettrica nella medesima sono due fenomeni inseparabili, è tuttora possibile basare sul principio del contatto una teoria della pila.

Sappiamo infatti che, quando la pila è in azione, ha luogo nel liquido l'elettrolisi, e gli atomi o i gruppi atomici, dall'unione dei quali risultano le molecole del liquido, viaggiano in direzioni opposte da un metallo all'altro in ogni coppia, trasportando nelle due direzioni cariche elettriche uguali e di segno contrario, le quali alimentano la corrente. Ora, a seconda che si attribuirà o alla affinità chimica diversa fra ciascuno dei due metalli e gli elementi del liquido, oppure alle forze elettriche dovute alla elettrizzazione dei metalli per reciproco contatto, l'iniziarsi di quella elettrolisi, si verrà a formulare per la pila o la teoria chimica o la teoria del contatto; e non sarà possibile dimostrare che quella, e non questa, è conforme al vero, se non dimostrando direttamente che non esiste produzione di elettricità per semplice contatto fra conduttori eterogenei.

La teoria della pila basata sulla sola elettricità di contatto fra conduttori di prima classe, quale è stata da me ora concisamente richiamata, non si può a rigore considerare quale teoria del Volta, perchè Egli, come ho avuto occasione di rammentare, mai negò, anzi sempre ammise, che si producessero stati elettrici opposti anche in causa del contatto fra due liquidi o fra un liquido ed un metallo; ed anzi, ad una certa fase delle sue ricerche, attribuì la maggior importanza ai contatti fra metalli e liquidi. Bisogna dunque, per essere giusti, dare al principio di Volta il più largo significato; ed enunciarlo dicendo, che fra due conduttori (sieno essi di prima o di seconda classe) posti a contatto si forma una differenza di potenziale dipendente solo dalla loro natura. Così inteso, esso esprime un fatto assodato; e quand'anche si giungesse a dimostrare (cosa che finora

Biblioteca nazionale centrale di Roma

non è stata fatta) che fra due metalli in contatto non si forma differenza di potenziale, e che la teoria chimica della pila è quella che corrisponde al vero, quel principio sussisterebbe sempre pel contatto fra metalli e liquidi o fra due liquidi. Sembra ormai accertato, che in questi casi si produca un fenomeno chimico insieme al fenomeno elettrico; ma, col tener conto e col descrivere dettagliatamente il fenomeno chimico, non si fa altro che spiegare la maniera nella quale si formano le differenze di potenziale nei suddetti contatti.

Le esperienze di Volta sull'elettricità di contatto, ripetute in parte con qualche variante dai fisici venuti di poi, furono per qualche tempo considerate dai più come atte a dimostrare, non solo che la differenza di potenziale di contatto fra due metalli esiste, ma ancora che essa ha tal valore da bastare a render conto dei fenomeni della pila.

Fra quelle esperienze eranvene alcune, nella esecuzione delle quali prendeva parte un liquido. Contro di esse i seguaci della teoria chimica mossero giuste obbiezioni, e fondatamente attribuirono al fenomeno elettrochimico, producentesi nel liquido, quegli effetti, che erano da altri attribuiti al contatto fra metalli. Escluse queste esperienze, restavano le altre (più o meno simili a quella di Volta, che consisteva nel constatare le opposte cariche di due dischi di differenti metalli posti per un istante in contatto e poi allontanati), nelle quali non interveniva nessun liquido, e che perciò sembravano veramente dimostrative. Senonchè, anche a queste si tentò di applicare la teoria chimica, col sostenere (come fece De-la-Rive, adottando una ipotesi di Wollaston) che l'effetto osservato fosse dovuto ad ossidazione di uno dei due metalli per opera dell'ossigeno dell'aria.

Fu dimostrato più tardi che, esclusa la possibilità di tale ossidazione, si ottenevano ancora gli stessi effetti; cosicchè il principio di Volta applicato ai metalli sembrava alla fine trionfare. Ma allora si ricorse ad un'altra obbiezione: si suppose cioè che strati di gas aderenti ai metalli esercitassero nelle esperienze una parte importante; e, più precisamente, che gli effetti osservati fossero conseguenza della differenza dei potenziali degli strati gassosi aderenti ai due metalli, anzichè di una differenza fra i potenziali dei metalli stessi. A tutt'oggi i tentativi fatti per decidere quale parte spetti al puro contatto fra i metalli in queste esperienze sono rimasti infruttuosi; per cui, dopo un secolo d'innumerevoli e pazienti ricerche, il principio di Volta, persino se preso nella forma più ristretta, non può essere dimostrato falso.

Una nuova forma però di teoria chimica abbiamo visto sorgere in questi ultimi anni; e cioè la così detta teoria osmotica della pila,

Biblioteca nazionale centrale di Roma

la quale sembra capace di rendere conto assai bene ed in modo dettagliato dei fenomeni elettrici della pila. Essa si collega intimamente a quelle moderne teorie delle soluzioni diluite, le quali, basate sui principi termodinamici e su leggi sperimentali accuratamente stabilite, vanno ricevendo nuove conferme ed applicazioni fisico-chimiche svariate ed importanti.

Secondo la nuova teoria, l'elettrolisi del liquido non ha la sua causa prima nè nelle forze d'affinità, nè nelle forze elettriche provenienti da cariche di contatto fra i metalli; essa invece si compie spontaneamente in ogni combinazione voltaica, giacchè si suppone esistano sempre negli elettroliti ioni liberi, i quali in virtù dei movimenti da cui sono animati, trasportino le cariche elettriche di cui sono provvisti. Se due liquidi diversi sono in contatto, tenderà ad accrescersi il numero di ioni positivi in uno di essi e quello dei negativi nell'altro, e ciò a cagione dell'essere differenti le velocità, con cui quei ioni si diffondono, fino a che le forze elettriche arrivino ad arrestare questo processo: così si formerà una certa differenza di potenziale fra i due liquidi. Per ispiegare poi la differenza di potenziale fra un metallo ed un liquido nel quale è immerso, si ammette inoltre da essa teoria che alcuni atomi del metallo passino nel liquido divenendo atomi elettrizzati o ioni: essendo questi positivi, essi tenderanno a rendere positivo il liquido e negativo il metallo.

Codesta emissione dai metalli di atomi elettrizzati, che in certo modo costituirebbe un fenomeno analogo a quello della formazione di un vapore dalla superficie di un liquido ed in uno spazio limitato, richiama alla mente quella supposta tendenza all'espansione della materia attenuata, che l'acuta e bizzarra mente del Fusinieri poneva a base delle sue spiegazioni di molti fenomeni.

La nuova teoria rende conto qualitativamente, e spesso anche quantitativamente, dei principali fenomeni presentati dalla pila, senza che sia necessario ammettere nessuna forza elettromotrice di contatto fra metallo e metallo. Questa però non viene assolutamente negata; per cui, anche in presenza di questo moderno concetto elettrochimico, il principio di Volta, applicato ai metalli, non si può dire eliminato dalla scienza.

Quanto poi allo stesso principio preso nel senso più generale, esso rimane, giova ripeterlo, sempre saldo; giacchè ogni teoria elettrochimica serve solo a rendere conto dell'intimo meccanismo, al quale è dovuta la produzione della differenza di potenziale fra corpi differenti a contatto. [1]

---

[1] Veggasi in fine la Nota sulle teorie della pila.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

VI.

Conclusione.

E in generale, ogni nuova teoria, che permetta di spingere più addentro lo sguardo nelle segrete cause dei fenomeni, può solo vantarsi di avere allontanato il confine che separa il noto dall'ignoto, ma non di aver fatto raggiungere la chiara visione della causa prima. Oggi sembra già possibile il dar ragione dei fenomeni della pila partendo dal concetto dell'esistenza degli atomi, o gruppi atomici, parti integranti d'ogni molecola, spinti dai loro movimenti a trasportare le cariche delle quali sono provvisti; e s'intravvede da alcuni la possibilità di estendere i principi di tale spiegazione agli altri fenomeni elettrici. Ma, anche quando saremo giunti a tanto, potremo noi dire di avere tutto spiegato? No certo; perchè resteremo ancora in presenza di una grande incognita, e ci chiederemo in che consista la carica elettrica di un ione.

Il rispondere a tale domanda in modo preciso ed esauriente non è in oggi possibile, perchè non si sa neppure con certezza in che consista la carica d'un conduttore elettrizzato. Può dirsi anzi che i più semplici fenomeni elettrici, i primi che si seppero produrre, sono in pari tempo quelli dei quali ci appare più difficile il formarci una chiara immagine; mentre gli ultimi venuti, quelli delle oscillazioni e delle onde elettriche, ci riescono di più agevole compressione, in virtù delle analogie che presentano con fenomeni più noti e più facili a seguirsi nelle graduali fasi della loro produzione. Però l'intima natura dei fenomeni elettrici ci è ancora sconosciuta, e costituisce il grande problema, che la scienza avvenire è chiamata a risolvere.

Invero, già la teoria ondulatoria dei fenomeni luminosi e calorifici aveva raggiunto un alto grado di perfezione, e tuttavia si conservava, in mancanza di meglio, la teoria del fluido elettrico. La teoria elettromagnetica della luce, dovuta specialmente al genio di Maxwell, è venuta a raccogliere in una grandiosa sintesi i fenomeni fisici, rendendo immensamente verosimile che i fenomeni luminosi non sieno che fenomeni elettromagnetici. Secondo questa teoria, una vibrazione elettrica ed una vibrazione luminosa sono fenomeni sostanzialmente identici; e siccome delle onde luminose abbiamo già un concetto abbastanza chiaro, non meno chiaramente riesciamo a figurarci le onde elettriche o meglio elettromagnetiche.

E qui il pensiero nostro si volge all'illustre Hertz, della cui immatura perdita ci sentiamo ancora addolorati. Per primo egli riescì a

Biblioteca nazionale centrale di Roma

produrre quelle onde in condizioni tali da poter renderne palesi le principali proprietà; e così coloro, che lo hanno seguito nella via da lui gloriosamente tracciata, hanno potuto dimostrare, come ogni fenomeno luminoso possa riprodursi impiegando onde elettromagnetiche, salvo quelle differenze che provengono dalla diversità di periodo vibratorio; onde non sembra temerario l'asserire che in ogni fenomeno di luce o di calore raggiante non si scorga in realtà che un fenomeno elettrico.

E contuttociò, noi non conosciamo ancora con precisione in che consista la carica elettrica di un corpo o di un atomo libero. L'intima natura di questa elettricità, di cui ci siamo resi padroni, che utilizziamo in mille modi, e dalla quale questo secolo morente può trarre la sua più caratteristica designazione, è quindi ancora per noi una misteriosa sfinge, che sembra sfidarci di lontano.

Non è però parlando di Volta che gli animi nostri possono avere pur un istante di scoramento. Tutto l'immenso progresso fatto negli ultimi tempi dalla scienza elettrica non può non affidarci di ulteriori e forse più grandi conquiste per l'avvenire. Un tanto progresso si deve principalmente alla pila, ed in questa affermazione è riassunta la più eccelsa gloria di Volta. La quale gli spetta insieme per un altro titolo non minore, che già ho avuto occasione di porre in evidenza: per avere, cioè, restaurato nelle nostre ricerche scientifiche il rigoroso metodo sperimentale, insegnatoci dal Galilei, metodo dal quale molti avevano potuto allontanarsi. Teniamo fiso lo sguardo su questi due grandi, come su luminosi fari presi a guida del nostro cammino, e non potranno mancare gli sperati progressi, che ci avvicineranno ognora più alla conoscenza dell'intima natura dei fenomeni elettrici.

Verso questa meta ci sentiremo tanto più stimolati pensando che una volta essa raggiunta, molti altri misteri ne resteranno forse svelati: forse conosceremo meglio l'intima struttura della materia, e la misteriosa gravitazione da cui sembra dominata: forse ancora vedremo allora diradarsi alquanto le ombre nel campo di molte altre scienze e delle biologiche in ispecie.

Simili speranze non sembreranno troppo ambiziose, massime se si terrà conto del fatto che l'associazione del lavoro scientifico va sempre più perfezionandosi, e che ogni nuova conquista è mezzo ed aiuto per altre successive. Qui può ben dirsi che l'individuo quasi scompare di fronte alla specie: ogni essere umano, favorito dalla natura delle necessarie attitudini, porta la propria pietra all'edificio della scienza nel breve corso della sua vita, ed il lavoro di ciascuno si accumula a vantaggio di tutti. Il nome dei più valorosi resta perenne nella riconoscente memoria dell'umanità, ed ogni nazione con

Biblioteca nazionale centrale di Roma

giusto orgoglio vanta tali migliori suoi figli nella nobile fraterna gara colle altre. Così noi Italiani possiamo e dobbiamo ben rammentare che la patria nostra, certo non meno delle altre nazioni, contribuì sempre, anche nei tempi per essa politicamente peggiori, ad ingrossare le file di quella gloriosa falange; nella quale, da Volta in poi e pel campo della sola fisica, noi contiamo i nostri Avogadro, Belli, Melloni, Nobili, Mossotti, Matteucci, Ferraris, per non dire di tanti altri.

Per fermo, quanto più la scienza è circondata dalla generale estimazione e confortata dall'universale simpatia, tanto più essa cresce rigogliosa e porge abbondanti i suoi preziosi frutti. Ora, la cagione che qui ci riunisce non potrebbe fornire più luminosa prova, che oggi per noi italiani quelle favorevoli condizioni certo non mancano.

E finchè ci accada di vedere una nostra nobile Città, secondata dall' intera nazione in ogni suo ordine, non solo commuoversi tutta per onorare il più illustre de' suoi figli, ma, colpita al cuore da una immane sciagura, risorgere ancor più animosa per compiere ad ogni costo l'opera intrapresa; di vedere tutti i suoi cittadini, dietro l'esempio del loro primo Magistrato, gareggiare di zelo e di sforzi per raggiungere nel modo più degno quel nobile intento; di vedere che questo felicemente si compie nel consentimento universale e col concorso d'una sì eletta schiera di scienziati d'ogni nazione: noi potremo ben trarre i migliori auspici per l'avvenire della scienza italiana, ed augurare sicuri che la nostra patria, la patria di Alessandro Volta, saprà ognora conservare fra le nazioni civili il posto elevato, che il suo passato glorioso le assegna.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

NOTA SULLE TEORIE DELLA PILA

Il principio fondamentale di Volta si può enunciare dicendo che, quando due corpi diversi sono in contatto, il potenziale elettrico ha in essi valori differenti, e che tale differenza non dipende che dalla natura di quei corpi (supposta uniforme e costante la temperatura).

Pei metalli ed altri conduttori di prima classe (conduttori non elettrolitici, come carbone, minerali metallici, ecc.), le differenze di potenziale o forze elettromotrici di contatto obbediscono alla *legge di Volta*, la quale si può enunciare in una delle materie seguenti: *a)* la differenza di potenziale fra due conduttori è la stessa, sia che direttamente si tocchino, sia che comunichino per mezzo di una catena qualunque di conduttori di prima classe; *b)* in un circuito chiuso formato di conduttori di prima classe si ha equilibrio elettrico e non corrente; *c)* la forza elettromotrice di contatto fra due conduttori è eguale alla differenza fra quelle che si hanno accoppiando ciascuno di essi con un terzo qualunque.

In virtù di questa legge il principio di Volta non conduce a conseguenze, che sieno in contraddizione col principio della conservazione dell' energia. Se qualche volta fu asserito il contrario, ciò provenne dal non essersi tenuto conto, come è necessario in certi casi, del lavoro compiuto per condurre i due metalli alle attuali condizioni, partendo da quelle nelle quali le loro particelle si trovino alla minima reciproca distanza.

Volta ammise sempre il suo principio anche pei conduttori di seconda classe (elettroliti). La produzione di corrente in una coppia a circuito chiuso dimostra che questi conduttori non obbediscono alla legge enunciata più sopra. Mentre però Volta si credè autorizzato dai risultati delle sue esperienze a considerare le forze elettromotrici di contatto fra un conduttore di prima classe ed uno di seconda, come pure fra due di seconda, come piccole in confronto a quella che esiste fra due conduttori di prima classe, tanto da permettersi di trascurare le prime e tener conto in via approssimativa solo dell'ultima; coloro che adottarono le sue idee per ispiegare gli effetti della pila furono di Lui più esclusivi, e considerarono le prime due forze elettromotrici come affatto nulle, e quindi ogni elettrolito come un semplice conduttore capace di ridurre allo stesso potenziale due metalli fra i quali serva di comunicazione. Perciò, nelle discussioni fra quelli che ammettevano questa teoria, e quelli che sostenevano invece la teoria chimica della pila, il nodo della quistione era il decidere se esisteva o no la differenza di potenziale di contatto fra i due metalli, e in secondo luogo se, esistendo, essa era tale da rendere conto perfettamente degli effetti della pila.

Poichè tagliando il filo metallico che congiunge le due lastre d'una coppia voltaica, e riducendola così a circuito aperto, si manifesta fra i due tratti di filo una differenza di potenziale, e poichè il potenziale è allora costante in ciascuno dei conduttori che compongono la coppia, bisogna concludere che esiste una brusca variazione di potenziale, se non in tutte le superfici di contatto fra conduttori diversi, almeno in qualcuna. Se si dimostrasse che tale differenza di potenziale non esiste al contatto fra i due metalli, necessariamente dovrebbe am-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

mettersi una forza elettromotrice in uno od in entrambi i contatti fra metallo e liquido, e viceversa. D'altra parte, si può formare una coppia voltaica, come già riconobbe lo stesso Volta, anzichè con due metalli ed un liquido, con un metallo e due liquidi. Bisogna dunque che una forza elettromotrice di contatto esista, o dove il metallo tocca un liquido, o dove i due liquidi sono in contatto fra loro. Delle tre specie di contatti possibili, e cioè fra metallo e metallo, fra metallo e liquido e fra liquido e liquido, due sempre almeno esistono in una coppia voltaica (in quelle usuali a due liquidi esistono anzi le tre specie di contatti), e non si può con ragione asserire *a priori* che la forza elettromotrice sia nulla piuttosto in una specie di contatto che in un'altra.

Però, sull'esistenza della forza elettromotrice in una di queste tre specie di contatti non pare si possa conservare alcun dubbio. Ciò risulta dalle esperienze, colle quali vari fisici dimostrarono la non applicabilità della legge di Volta ai circuiti formati da soli elettroliti. Si abbiano, per esempio, quattro di questi corpi successivamente in contatto, e si supponga che il primo e l'ultimo liquido sieno identici fra loro, e differenti da ciascuno dei due intermedi. Fra i due liquidi estremi, o fra due fili d'uno stesso metallo in essi immersi, si ha generalmente differenza di potenziale. Ne risulta provata l'esistenza di una forza elettromotrice fra due liquidi diversi in contatto.

Mentre dunque, in base alle esperienze or ora citate, è accertata l'esistenza delle forze elettromotrici di contatto fra due liquidi, resta l'incertezza per ciò che riguarda le altre due specie di contatti, finchè esperienze decisive non vengano in aiuto.

Si può intanto ammettere il principio di Volta in tutta la sua generalità, e cioè supporre una differenza di potenziale in ogni contatto fra due diversi conduttori; ma naturalmente rimane poi sempre da spiegare in qual modo si formino quelle differenze di potenziale; a proposito delle quali giova osservare, che il meccanismo, al quale esse si devono, potrebbe essere differente, secondo che uno dei corpi almeno è liquido, oppure sono entrambi metalli. Sembra infatti che nel primo caso la forza elettromotrice di contatto si debba ad un fenomeno elettrochimico; mentre nel secondo caso il campo delle ipotesi appare meno limitato.

Nella così detta teoria del contatto per la pila si ammette solo l'esistenza della differenza di potenziale di contatto fra i metalli, pur tenendo conto dell'elettrolisi che si compie nel liquido d'ogni coppia. Volta credè di dimostrare l'esistenza di quella forza elettromotrice, e coloro che in seguito sostennero la teoria suddetta contro la teoria chimica della pila, pensarono sempre che la forza elettromotrice di contatto fra i due metalli avesse il valore necessario per render conto da sola degli effetti della pila.

Le esperienze in proposito fatte dal Volta si possono ricondurre a due fondamentali. La prima è quella della doppia lamina zinco-rame, tenuta fra le dita dalla parte dello zinco, mentre coll'estremità rame di essa si tocca uno dei piatti dell'elettrometro condensatore, e mentre si tocca, pure con un dito, l'altro piatto di questo strumento. Sollevando il piatto superiore, si ottiene una divergenza nell'elettrometro. Stante la presenza del liquido che inumidisce le dita, questa esperienza si riduce alla semplice constatazione della differenza di potenziale ai poli della coppia, che evidentemente risulta formata dallo zinco, dal detto liquido e dal metallo dei piatti del condensatore. Dunque questa esperienza, come tutte le altre nelle quali interviene qualche elettrolita, non fornisce la desiderata dimostrazione della forza elettromotrice di contatto fra i due metalli.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

La seconda esperienza tipica è quella, nella quale i due piatti del condensatore, costituiti in tal caso da due metalli differenti e privi di vernice, vengono posti in contatto e poi separati, oppure posti in comunicazione metallica mentre sono affacciati ad una certa distanza, indi isolati e portati a distanza diversa. Nell'un caso come nell'altro l'elettrometro comunicante con uno di essi dà una indicazione, la quale, a parità di tutte le altre condizioni, è proporzionale alla forza elettromotrice di contatto fra i due metalli. Qui nessun conduttore di seconda classe entra palesemente in giuoco, e perciò per lungo tempo le esperienze di questo tipo furono considerate come dimostranti la forza elettromotrice di contatto fra i due metalli.

Ma coloro che sostenevano la teoria chimica della pila e negavano l'esistenza di forze elettromotrici di contatto fra metalli, vollero togliere a quelle esperienze ogni valore, cercando di spiegarne il risultato come l'effetto dell'ossidazione d'uno dei metalli per opera dell'ossigeno dell'aria. Non fu però difficile togliere di mezzo tale spiegazione (la quale del resto appare vaga e poco naturale) dimostrando col fatto, che nessuna sostanziale modificazione aveva luogo nella esperienza, allorchè il disco formato dal metallo più ossidabile, e cioè lo zinco nel caso usuale dell'esperienza fatta con un disco di zinco ed uno di rame, era sottratto al contatto dell'aria; per esempio, coprendolo con uno strato coibente, dal quale non escivano che le estremità di tre brevi colonnette di rame perpendicolari alla sua superficie, destinate a stabilire la comunicazione col disco di rame.

Si cercò anche di escludere l'ossigeno, sostituendo all'aria un diverso gas, e perciò eseguendo l'esperienza in vaso chiuso. Or bene, non variò così facendo la differenza di potenziale di contatto che in quei casi, nei quali era evidente un'alterazione superficiale di uno o d'entrambi i dischi, dovuta a qualche azione chimica per parte del gas ambiente. E siccome è solo la natura dello strato superficiale dei due dischi che ha influenza sui risultati, così quelle variazioni di forza elettromotrice di contatto restano naturalmente spiegate. Risultati simili si ebbero pure eseguendo l'esperienza, non più alla maniera di Volta, e cioè variando la distanza fra i due dischi (uno dei quali comunica sempre coll'elettrometro) dopo averli messi per un istante in comunicazione metallica, ma lasciandoli immobili e facendo agire su di essi in modo opportuno i raggi ultravioletti. Infine, anche in azoto rarefatto sino alla più piccola pressione che oggi si sappia raggiungere, il risultato della seconda esperienza fondamentale di Volta sembra rimanere invariato.

Una nuova ed assai più ingegnosa obbiezione si è mossa più tardi contro la seconda esperienza fondamentale di Volta. Si è supposto, cioè, che uno strato di gas ambiente aderisca ai metalli, per modo che la deviazione ottenuta nell'elettrometro sia dovuta, non già alla forza elettromotrice di contatto fra i due dischi, che potrebbe anche supporsi nulla, ma alla differenza fra i potenziali di quei due strati. Questa è uguale a quella che presenterebbe ai suoi poli una coppia voltaica formata coi due metalli e avente per elettrolita la sostanza degli strati aderenti ai due dischi. Infatti, rappresentando in generale col simbolo (AB) la differenza di potenziale fra due corpi A e B, e dicendo Z, R, i due metalli ed S gli strati che li rivestono, si trovano ordinatamente, andando dallo strato aderente a Z sino a quello che aderisce ad R, mentre R e Z comunicano metallicamente, le successive differenze di potenziale (SZ), (ZR), (RS); perciò fra quei due strati esiste precisamente la differenza di potenziale (SZ) + (ZR) + (RS), eguale a quella di una coppia formata coi corpi R, S, Z.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Quantunque manchino ancora, come si è visto, esperienze che dimostrino in modo sicuro l'influenza del mezzo ambiente, questa maniera di spiegare la seconda principale esperienza di Volta è in molto favore. Si noti però che, se anche vi fosse motivo per ritenere che tale spiegazione sia assolutamente conforme al vero, non ne verrebbe affatto la conseguenza che (ZR) debba essere nulla. Inoltre si possono fare le seguenti osservazioni,

Prima di tutto, se lo strato gassoso aderente ai metalli è coibente, e non si comprenderebbe come e perchè dovesse considerarsi come conduttore, la deviazione data dall'elettrometro dipenderà in modo assai complesso dalle cariche distribuite nei due strati gassosi, e da quelle esistenti sui due dischi metallici; per cui in ogni caso la spiegazione dovrebbe opportunamente modificarsi. In secondo luogo, onde la forza elettromotrice (SZ) + (ZR) + (RS) risulti differente da zero, occorre che S si comporti come elettrolita, e si sottragga alla legge di Volta. Ora l'esperienza riesce anche in un gas semplice, per esempio l'idrogeno, e sembra difficile il poter considerare un tal corpo come suscettibile di elettrolisi. Questa obbiezione ha però perduto il suo valore, giacchè oggi generalmente si ammette la possibilità della scissione delle molecole di tutti i gas in ioni liberi per ispiegare i fenomeni della scarica nei gas ed i fenomeni elettrici prodotti dalle radiazioni ordinarie e dai raggi di Röntgen.

Come si vede, non si posseggono argomenti e dati di fatto abbastanza decisivi nè pro, nè contro il principio di Volta applicato ai metalli; per cui, se non si può dire che l'esistenza della forza elettromotrice di contatto fra due metalli sia rigorosamente dimostrata, e tanto meno esattamente misurata, neppure si può considerare come dimostrata la sua non esistenza.

Anche senza ricorrere alle esperienze fondamentali di Volta si cercarono prove sperimentali in favore o della teoria del contatto o della teoria chimica della pila.

Stando all'ipotesi dell'esistenza della sola forza elettromotrice di contatto fra metalli, la forza elettromotrice d'una coppia deve essere indipendente dalla natura del liquido elettrolitico in cui sono immersi i due metalli. Ora, i sostenitori della teoria chimica additarono vari casi in cui, non solo variava di grandezza la forza elettromotrice della coppie cambiando liquido, ma essa arrivava sin anche a cambiare di segno. Ma i sostenitori della teoria del contatto trovarono una pronta risposta, dicendo che tali cambiamenti di valore e di segno erano dovuti a permanenti modificazioni prodotte da azioni chimiche sulla superficie dei metalli. Il così detto ferro passivo era invocato allora per dare un esempio di simili modificazioni superficiali.

Innumerevoli quasi sono le esperienze che furono fatte e descritte, sia per combattere la teoria del contatto, sia per appoggiarla. Esaminandole attentamente si riconosce però che nessuna è da tanto da permettere di decidere fra essa e la teoria chimica della pila. Inoltre, molte di quelle esperienze hanno perduto ogni valore, oggi che si conoscono meglio che in passato le leggi dell'elettrolisi.

In base alla spiegazione di quest'ultimo fenomeno, ammessa oggi da tutti perchè perfettamente in accordo coi fatti osservati, la differenza fra la teoria del contatto, applicata nel modo esposto alla pila, e la teoria chimica della medesima, si riduce a ben poco. Si sa infatti che la produzione della corrente in una pila è un fenomeno inseparabile dall'elettrolisi, che nel liquido di essa ha luogo; e non è possibile sostenere nè che l'azione chimica è causa della corrente, nè che questa è causa di quella. Mentre dunque i sostenitori della teoria

Biblioteca nazionale centrale di Roma

chimica affermarono un tempo, in modo necessariamente vago ed indeterminato, che le azioni chimiche sono la causa della produzione della corrente elettrica nella pila, devono ora limitarsi ad asserire che i due fenomeni simultanei, corrente elettrica ed elettrolisi, hanno per causa prima le forze di affinità, anzichè forze elettriche dovute a cariche di contatto.

Consideriamo infatti una coppia a circuito chiuso, formata, per esempio, da zinco, rame e soluzione di solfato di rame (C_u SO_4). Mentre il circuito esterno alla coppia è percorso dalla corrente elettrica, l'elettricità è trasportata nel seno del liquido dai ioni, e cioè dagli atomi o gruppi atomici elettrizzati, nei quali si scindono le molecole del sale. Nel caso attuale i ioni sono C_u ed (SO_4): il primo ha una carica positiva, che esso trasporta verso il rame della coppia; il secondo ha una carica negativa eguale in valor assoluto a quella del primo, e la trasporta verso lo zinco, ove forma (Z_n SO_4). Le cariche dei ioni, cedute ai metalli, alimentano la corrente nel circuito esterno; nell'interno della coppia la corrente è costituita dal trasporto dei ioni elettrizzati. Se ora si rompe il filo di rame che congiunge le due lastre della coppia, cessa l'elettrolisi come cessa la corrente, e i due capi del filo si mostrano a differenti potenziali.

Ciò posto, vediamo in qual modo si spieghi, e il duplice fenomeno elettrolisi-corrente a circuito chiuso, e la differenza di potenziale ai poli a circuito aperto, sia dai sostenitori della teoria del contatto, sia da quelli che ammettono la teoria chimica. Ecco intanto come ragionano i primi.

Fra la lastra di zinco e quella di rame esiste, allorchè il circuito è chiuso, la differenza di potenziale di contatto (RZ): il liquido posto fra esse si trova quindi in un campo elettrico, ed i ioni positivi C_u sono spinti verso il rame (che per contatto collo zinco è negativo), mentre i ioni negativi (SO_4) sono spinti verso le zinco. La carica + che i primi cedono alla lastra di rame, e la carica — che i secondi cedono alla lastra di zinco, tenderebbero bensì a scaricare le due lastre; ma siccome queste si toccano, la loro differenza di potenziale si mantiene costante, e le cariche ricevute da esse producono la corrente nel filo che congiunge i poli. Ma se s'interrompe questo filo, i due metalli perdono presto le loro cariche di contatto, rimanendo ad uno stesso potenziale, l'elettrolisi cessa, e fra i due capi del filo si manifesta la differenza di potenziale (RZ).

Quelli che negano il principio di Volta applicato ai metalli e si attengono alla teoria chimica, ragionano come segue. Essendo maggiore l'affinità fra zinco ed (SO_4) che quella fra (SO_4) e rame, non appena le due lastre sono immerse nel liquido i ioni (SO_4) cominciano a portarsi sullo zinco, cedendo a questo la loro carica negativa, e rendendo liberi sulla lastra di rame altrettanti ioni C_u, che ad essa cedono la loro carica positiva. Le due lastre si elettrizzano dunque oppostamente, e le loro cariche crescono, sinchè le forze elettriche, dovute alle cariche stesse e tendenti ad imprimere ai ioni un moto inverso, arrestino l'elettrolisi. Intanto ai poli della coppia si è formata una certa differenza di potenziale. Se ora si chiude il circuito, si sopprime l'impedimento all'elettrolisi; questa dunque continua indefinitamente, mentre le cariche cedute dai ioni alle lastre mantengono la corrente.

Si vede così che tutta la differenza fra le due teorie si riduce a questo: secondo la prima teoria, sono le forze elettriche dovute alle cariche di contatto che determinano l'elettrolisi; secondo l'altra teoria, l'elettrolisi stessa si deve alle forze d'affinità. Non si potranno raccogliere gli elementi indispensabili per fare una giudiziosa scelta fra le due teorie, che quando si giungerà a misurare con sicurezza le singole differenze di potenziale fra i corpi formanti la coppia.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Ciò si è tentato di fare in vari modi: ma i risultati raggiunti non sembrano nè abbastanza numerosi, nè abbastanza sicuri, perchè su essi si possa fin d'ora basare un giudizio definitivo. Tuttavia appare probabile che la forza elettromotrice della coppia non sia identica alla forza elettromotrice di contatto fra i metalli. Se ciò venisse accertato, chi ammette il principio di Volta dovrebbe supporlo applicato ad ogni specie di contatto e non soltanto al contatto fra metalli; ma non si vede come si potrebbe allora giungere a dar ragione con sufficiente semplicità dei fenomeni della pila.

Ma, anche astrazione fatta da tutto ciò, la teoria della pila basata sull'ipotesi della forza elettromotrice di contatto fra i metalli appare incompleta. Essa infatti non rende ragione della produzione di corrente nelle coppie formate da due elettroliti ed un solo metallo. Inoltre essa si basa sopra una proprietà misteriosa dei conduttori di prima classe, la quale ha bisogno di essere alla sua volta spiegata. La teoria chimica poi presenta dal canto suo qualche imperfezione, giacchè anch'essa si basa sopra un effetto speciale che produrrebbero le misteriose forze di affinità, che pure richiederebbe una spiegazione. Di più, la teoria chimica, mentre nega la forza elettromotrice di contatto fra metalli, non porge una semplice spiegazione di quella fra due elettroliti, o fra un elettrolita ed un metallo; e si è visto che quest'ultima deve necessariamente esistere, se non esiste quella fra conduttori di prima classe. Tenuto conto di queste considerazioni, la recente *teoria osmotica della pila*, proposta dal professore Nernst, sembra presentare sulle altre una certa superiorità; poichè, mentre anch'essa vale a render conto della produzione di corrente in una coppia, non ha bisogno però, nè di ricorrere alla forza elettromotrice di contatto fra metalli, nè d'invocare una diretta azione dell'affinità, e di più essa giunge a spiegare facilmente come si formi la differenza di potenziale fra due elettroliti e fra un elettrolita ed un metallo.

Anche nella teoria osmotica della pila si ammette che quando una molecola viene scissa in due parti, ognuna di queste possegga una eguale carica elettrica positiva per l'una e negativa per l'altra, e di grandezza proporzionale alla valenza; ma invece di supporre che questa separazione di una molecola in ioni avvenga solo durante il passaggio della corrente elettrica (teoria di Grotthus), oppure avvenga spontaneamente ma momentaneamente in seguito a scambi incessanti di ioni fra le varie molecole (teoria di Clausius), si ammette nella nuova teoria che continuamente esistano in un elettrolito dei ioni liberi delle due specie, in quantità tanto maggiore quanto più grande è la sua diluzione.

A questa ipotesi se ne aggiunge un'altra: si suppone cioè che, quando un metallo è immerso in un elettrolito, si stacchino da esso dei ioni, che rimangono nel liquido. Non resta poi che a tenere conto delle velocità diverse con cui i ioni si diffondono, per giungere a spiegare come si formino le differenze di potenziale fra conduttori in contatto, e come una coppia possa generare la corrente elettrica.

Credo utile chiudere questa Nota dando un breve cenno di questa ingegnosa teoria.

S'immagini dapprima una soluzione non dotata di sensibile conducibilità elettrolitica, per esempio di zucchero nell'acqua, la quale sia separata da una massa di acqua pura per mezzo di una membrana semipermeabile, e cioè permeabile all'acqua e non al corpo disciolto. Avverrà il fenomeno dell'osmosi, in virtù del quale una certa quantità d'acqua passerà poco a poco nella soluzione, sinchè, elevandosi il livello di questa, la sua pressione sulla membrana superi

Biblioteca nazionale centrale di Roma

quella prodotta dall'acqua pura di una certa quantità, che si chiama pressione osmotica. Si suol rendere conto di tal fenomeno nel modo seguente. Le molecole dello zucchero tendono a diffondersi in ogni senso e premono sulla membrana, che perciò viene a rigonfiarsi; di qui una aspirazione che fa penetrare l'acqua pura nella soluzione. Questo modo di render conto del fatto osservato, più che una vera spiegazione del fenomeno, mi sembra debba considerarsi semplicemente come un mezzo per rammentare i caratteri del fenomeno stesso.

Supporremo d'ora in poi che la soluzione sia molto diluita. Quanto più lo sarà, e tanto più esattamente saranno verificate le leggi seguenti.

Prima di tutto, come risulta dalle misure di Van' t Hoff e di Pfeffer, la pressione osmotica è proporzionale alla concentrazione, e cioè al numero delle molecole di corpo sciolto esistenti nell'unità di volume della soluzione. In secondo luogo, la detta pressione osmotica è la stessa per soluzioni equimolecolari (soluzioni contenenti, a pari volume, quantità di corpo sciolto proporzionale al rispettivo peso molecolare) di corpi differenti, e cioè dipende dal numero, ma non dalla natura delle molecole del corpo sciolto. In terzo luogo, essa è proporzionale alla temperatura assoluta della soluzione. Infine, risulta da misure fatte da Van' t Hoff, che la detta pressione osmotica è eguale alla pressione che le molecole di un gas, in numero eguale a quello delle molecole del corpo sciolto, eserciterebbero sulle pareti del recipiente contenente il gas, qualora il volume e la temperatura di questo fossero eguali al volume ed alla temperatura della soluzione. Ne consegue che il corpo sciolto si comporta esattamente come un gas perfetto e ne segue le stesse leggi.

Ai fenomeni osmotici sono intimamente legati altri fenomeni presentati dalle soluzioni diluite. Si sa che la pressione del vapore di una soluzione è, a parità di temperatura, minore di quella del solvente; chiameremo diminuzione relativa la differenza delle due pressioni divisa per la pressione di vapore del solvente. Si sa del pari che la temperatura di ebollizione della soluzione è più alta di quella del solvente, e che la temperatura di congelazione è invece più bassa. Orbene, in base a relazioni dedotte dai principi della termodinamica e verificate dalla esperienza, si è trovato, che per soluzioni diluite, fatte in un dato solvente e che sieno equimolecolari, si hanno, oltrechè egual pressione osmotica, egual diminuzione relativa nella pressione di vapore, egual aumento nella temperatura di ebollizione ed egual abbassamento nella temperatura di congelazione. Ne consegue che ognuno di questi fenomeni può servire alla determinazione dei pesi molecolari delle sostanze sciolte. Di più, in virtù delle relazioni termodinamiche che legano fra loro i fenomeni stessi, si potrà in diversi modi giungere ad una valutazione della pressione osmotica di una soluzione.

Queste leggi delle soluzioni diluite sono state verificate, ogni volta che è stato possibile l'istituire le relative misure sopra soluzioni nell'acqua o in liquidi organici di corpi solidi, essi pure di natura organica: in generale, cioè, quando le soluzioni erano sensibilmente prive di conducibilità elettrolitica. Quando invece si sono studiate soluzioni suscettibili di elettrolisi, come le soluzioni di basi, acidi o sali inorganici nell'acqua, si sono trovati per la pressione osmotica (e così per la diminuzione relativa della pressione di vapore, ecc.), valori più grandi di quelli che il peso molecolare del corpo sciolto avrebbe fatto prevedere. Queste numerosissime eccezioni alle leggi delle soluzioni diluite ritardarono forse l'accettazione della teoria di Van' t Hoff. Senonchè, esaminando attentamente il modo di comportarsi delle soluzioni elettrolitiche, si è giunti a collegarlo a quello delle altre soluzioni, mercè un'ipotesi oltremodo verosimile.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Chiamiamo, con Van' t Hoff, i il rapporto fra la pressione osmotica di una soluzione dotata di conducibilità elettrolitica, e la pressione osmotica che essa avrebbe se obbedisse alle leggi esposte. Questo rapporto i viene chiamato spesso: fattore di Van' t Hoff. Se si studiano soluzioni di più in più diluite, si riconosce che il fattore i, il quale, per quanto si è detto, è sempre maggiore dell'unità, va crescendo e tende ad un valore limite, che è un numero intero, come 2, 3, ecc. Quando dunque la soluzione è sufficientemente diluita, essa si comporta come se contenesse un numero di molecole del corpo sciolto doppio, triplo, ecc., del numero di molecole realmente introdotte nella soluzione.

Come si vede, il corpo sciolto presenta qui un comportamento simile a quello di quei gas (come, per esempio, l'ipoazotide) che si dissociano col riscaldamento, e che arrivano ad essere interamente dissociati al disopra di una certa temperatura. È dunque naturale il supporre che, al crescere della diluzione della soluzione considerata, le molecole del corpo sciolto si dissocino di più in più, sinchè a partire da un certo grado di diluzione ognuna di esse si trovi divisa in due, tre, ecc., particelle distinte, le quali seguitano a comportarsi come le molecole d'un gas.

Siccome poi le soluzioni, che presentano questo comportamento, sono precisamente quelle suscettibili di elettrolisi; e siccome d'altra parte si ritiene che questa si debba al movimento dei ioni, cioè degli atomi elettrizzati, o gruppi atomici elettrizzati, dall'unione dei quali risultano formate le molecole; così ne risulta spontanea l'ipotesi dell'Arrhenius, e cioè che quelle particelle, nelle quali alle grandi diluzioni restano suddivise le molecole del corpo sciolto, altro non sieno che gli stessi ioni.

Si ammette dunque che questi ioni liberi esistano nelle soluzioni diluite, ed in quantità tanto maggiore, rispetto alla quantità delle molecole intere, quanto maggiore è la diluzione. Essi dovranno supporsi liberi di muoversi e di diffondersi come le molecole intere, in modo da contribuire alla produzione della pressione osmotica; però i ioni di diversa natura si diffonderanno con velocità diverse.

Che i vari ioni posseggano, almeno durante l'elettrolisi, velocità di trasporto differenti, è noto da gran tempo. Infatti Hittorf dimostrò che, nell'elettrolisi d'una soluzione salina, i ioni positivi viaggiano verso l'elottrodo negativo con velocità diversa da quella colla quale i ioni positivi camminano verso l'elettrodo positivo; egli determinò anzi per alcuni corpi i così detti *numeri di trasporto*, il cui rapporto è eguale al rapporto fra le velocità con cui viaggiano le due specie di ioni verso i due elettrodi.

D'altra parte il Kohlrausch ha assai più tardi misurata la conducibilità molecolare degli elettroliti (e cioè la conducibilità specifica divisa per il numero di grammi-molecole del corpo sciolto contenute nell'unità di volume), ed ha trovato che, al crescere della diluzione, quella conducibilità molecolare tende verso un limite finito; e di più, che essa allora può rappresentarsi colla somma di due numeri, uno dei quali è caratteristico per uno dei ioni, e l'altro per l'altro ione. Dal punto di vista nel quale ci siamo posti, questi due numeri rappresentano le velocità di migrazione dei ioni medesimi.

Mentre dunque dalle misure di Hittorf risultava determinato il rapporto fra quelle velocità, dalle misure di Kohlrausch risulta determinata la loro somma. Si potrà dunque calcolare in unità arbitrarie ciascuna di quelle velocità. Vedremo quanta importanza esse abbiano nella nuova teoria della pila.

Indichiamo ora con a il rapporto fra la conducibilità molecolare che realmente ha una soluzione, e quella che tende ad acquistare allorchè la sua dilu-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

zione va crescendo indefinitamente. Questo rapporto a, che per ragioni ovvie viene chiamato *coefficiente di dissociazione*, o *di ionizzazione*, deve evidentemente essere legato al fattore i definito più sopra, se le ipotesi ammesse corrispondono al vero.

Infatti, se realmente la propagazione della corrente elettrica nella soluzione si deve al trasporto delle cariche elettriche annesse ai ioni, il coefficiente a deve essere eguale al rapporto fra il numero delle molecole dissociate ed il numero totale di molecole esistenti nella soluzione. Chiamiamo n quest'ultimo numero. La soluzione conterrà dunque $n - a n$ molecole intere ed $a n$ molecole dissociate; e se supponiamo che ognuna di queste siasi divisa in p parti, di tali parti se ne avranno $p a n$. Perciò il numero totale di particelle (molecole intere e ioni liberi) esistenti nella soluzione sarà: $n - a n + p a n$. Ora i non è altro che il rapporto fra questo numero ed il numero totale n di molecole del corpo disciolto; sarà quindi $i = 1 + a\ (p - 1)$. Questa relazione è stata ripetutamente confermata dall'esperienza, ciò che costituisce una verificazione dell'ipotesi della dissociazione elettrolitica.

Siamo ora in grado di dare una idea sommaria della teoria osmotica della pila, che si basa appunto su tale ipotesi.

Consideriamo dapprima due soluzioni d'un medesimo sale, ma a diversa concentrazione, poste in contatto. È facile dimostrare, per questo caso tanto semplice, che spontaneamente si formerà subito fra quei due liquidi una differenza di potenziale.

Infatti, saranno in maggior numero i ioni della soluzione più concentrata che si diffondono nella soluzione più diluita, che quelli della seconda che si diffondono nella prima; ma siccome i ioni positivi si diffondono con velocità differente da quella dei ioni negativi, così accadrà necessariamente che in una delle soluzioni si raccoglieranno ben presto più ioni positivi che negativi, mentre nell'altra succederà l'inverso. I due liquidi appariranno allora oppostamente elettrizzati, e la differenza dei loro potenziali andrà crescendo sinchè le forze elettriche, le quali evidentemente tendono ad opporsi al descritto fenomeno osmotico, non giungano ad arrestarlo. Naturalmente, per ottenere uno stato di cose permanente bisognerebbe mantenere costante il titolo delle due soluzioni.

Per gli altri casi di contatto fra liquidi la spiegazione non è così semplice; tuttavia s'intuisce che se, invece di due soluzioni d'uno stesso sale diversamente concentrate, si hanno due elettroliti qualunque, si produrrà, in seguito ad un processo osmotico simile a quello descritto, una differenza di potenziale fra di essi, dovuta ancora alla diversità di valore delle velocità con cui i ioni dell'una soluzione si diffondono nell'altra. Il valore della differenza di potenziale dipenderà dalla natura delle due soluzioni e dalle loro concentrazioni, e naturalmente potrà anche accadere che in casi speciali quella differenza di potenziale risulti nulla.

Supponiamo ora che due elettrodi, formati da uno stesso metallo e fra loro comunicanti, sieno immersi nei due liquidi, e completino così un circuito chiuso. Le cariche dei due liquidi si neutralizzeranno, o, meglio, si annulleranno le forze elettriche che impedivano l'ulteriore separazione dei ioni positivi dai negativi, e questa separazione dovuta all'osmosi potrà continuare, ciò che produrrà nel filo, che unisce i due elettrodi, una corrente elettrica.

Però in realtà la presenza del metallo immerso nei due liquidi potrà mutare profondamente i fenomeni.

Infatti, onde spiegare l'influenza che ha la natura dei metalli sulla forza elettromotrice d'una coppia (per esempio, di una a due liquidi ed un solo me-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tallo, come quella testè considerata), bisogna fare una nuova supposizione. Il Nernst ammette infatti che, come i ioni di un liquido si diffondono in un altro liquido col quale è in contatto, così dal metallo partano ioni metallici liberi, per diffondersi nel liquido nel quale il metallo stesso è immerso. Conseguenza di questo processo sarà la formazione di una differenza di potenziale fra il metallo ed il liquido. Ed invero, dovendo i ioni metallici avere una carica positiva, il metallo resterà elettrizzato negativamente, mentre il liquido apparirà positivo. Anche in tal caso si formerà quindi una differenza di potenziale fra il metallo ed il liquido.

Si può paragonare l'emissione di ioni dal metallo all'evaporazione di un liquido in vaso chiuso, la quale cessa non appena il vapore formatosi ha raggiunta una certa pressione. Si può quindi dire che i metalli posseggono una propria *tensione di soluzione*, come i liquidi posseggono una propria tensione di vapore; e questa tensione di soluzione si potrà misurare colla pressione osmotica prodotta dai ioni metallici diffusi nell'elettrolita. Per analogia si potrà poi ammettere una analoga emissione di ioni per parte di un corpo non metallico posto in contatto con un elettrolita. Per esempio, l'ossigeno in tale circostanza emetterà ioni negativi.

Spiegata la differenza di potenziale fra due liquidi o fra un liquido ed un metallo si comprende come si formi la differenza di potenziale ai poli di una coppia voltaica, e come, quando questa è a circuito chiuso, abbia origine la corrente elettrica. Tutto dipenderà dalle varie velocità con cui i ioni si diffondono da un corpo in un altro, e quindi dalle rispettive pressioni osmotiche.

Le singole differenze di potenziale si possono calcolare, qualora si conoscano le pressioni osmotiche relative ai vari ioni. Così, nel caso della differenza di potenziale fra due liquidi, si valuta dapprima il lavoro corrispondente al trasporto dei ioni da uno dei liquidi, nel quale la relativa pressione osmotica ha un certo valore, nell'altro liquido, ove la detta pressione ha un valore differente, nello stesso modo come se si trattasse del passaggio di una massa gassosa da una pressione ad un'altra; indi si eguaglia questo lavoro al prodotto della differenza di potenziale per la quantità di elettricità, che i ioni hanno trasportata. Similmente per la differenza di potenziale fra metallo e liquido; senonchè qui al posto della pressione osmotica nel metallo s'introdurrà la sua tensione di soluzione.

Nei pochi casi nei quali si è potuto calcolare la forza elettromotrice di una coppia e poi misurarla sperimentalmente, si è trovato un accordo soddisfacente. Ciò si è fatto segnatamente per coppie del tipo Daniell. Nel calcolo si sono trascurate, considerandole *a priori* come piccolissime, la differenza di potenziale fra i due liquidi e quella fra i due metalli. Sembra dunque che le forze elettromotrici predominanti sieno quelle che hanno sede nei contatti fra metallo e liquido, e che quelle fra metallo e metallo, o fra liquido e liquido, sieno piccolissime.

Ad ogni modo non si può dire che la teoria osmotica della pila escluda l'esistenza di una forza elettromotrice di contatto fra metalli diversi; e dato che ulteriori confronti fra risultati del calcolo e dati sperimentali la dimostrassero realmente esistente, si potrebbe forse cercare di spiegarla colla diversità di tensione di soluzione propria dei vari metalli, e riflettendo che già si è constatata la produzione della elettrolisi anche in corpi solidi, come ad esempio il vetro a temperature poco superiori a quella ordinaria.[1]

[1] In appoggio a questo modo di vedere si può anche citare la lenta diffusione di un sottile strato metallico, in tutta la massa di un altro metallo, sul quale quello strato fu deposto per via di elettrolisi.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Trovato modo di spiegare nella teoria osmotica della pila la forza elettromotrice di contatto fra due metalli, o in generale fra due corpi solidi, si potrebbe poi seguitare a considerare come dovuta al reciproco contatto la produzione di elettricità nello strofinamento di due corpi, nella reciproca pressione, nel clivaggio, nella separazione di corpi in contatto (come, per esempio, nell'atto in cui uno di essi diminuisce di volume solidificandosi), ecc.; visto che pei corpi coibenti lo strofinamento ed il combaciamento più perfetto non sono che mezzi atti a moltiplicare i punti di contatto ed a rendere minori le distanze fra le parti affacciate dei due corpi prima che vengano separati.

Come si vede, la teoria osmotica della pila rende conto in modo semplice, non solo del fenomeno complessivo presentato da una coppia voltaica, ma delle singole differenze di potenziale fra corpi diversi in contatto (eccettuando tutt'al più quella fra due metalli); essa sembra meritare quindi tutta l'attenzione dei fisici.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 55.

VOLTA IN FRANCIA

Comunicazione fatta

DAL SIGNOR E. E. N. MASCART

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

il 19 settembre 1899 in Como.

Signori,

Dopo il bell'elogio di cui il prof. Righi vi diede lettura, non mi è più permesso di passare in rivista la grande opera di Volta sia nella concezione generale dei fenomeni elettrici che nella meravigliosa scoperta della pila.

La scienza francese può reclamare l'onore d'aver accolto il vostro compatriota con un favore eccezionale e di avere così apportato una brillante conferma alla sua scoperta.

I processi verbali delle sedute della prima classe dell'*Istituto di Francia, scienze matematiche e fisiche*, non possono consultarsi, sotto questo punto di vista, senza una vera emozione, ed io mi limiterò a riprodurne gli estratti.

1.° *piovoso*, anno V (20 gennaio 1797) Monge indirizza da Milano una lettera su alcune esperienze di Volta.

11 *vendemmiale*, anno X (3 ottobre 1801).

Il Presidente richiama alla Classe che era stata incaricata una Commissione di occuparsi di esperienze galvaniche. Egli propone di dare a questa Commissione una nuova attività e di approfittare del soggiorno in Francia dei cittadini Volta e Brugnatelli. La nuova Commissione sarà composta dei cittadini Laplace, Coulomb, Monge, Charles, Vauquelin, Hallé e Biot relatore. I cittadini Volta e Brugnatelli sono invitati a volere aggiungersi a questa Commissione.

16 *brumaio*, anno X (28 ottobre 1801).

Il cittadino Volta, professore di Pavia, legge la prima parte di una Memoria sulla teoria del galvanismo e particolarmente del fluido galvanico.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il cittadino Bonaparte propone che la Classe, manifestando dopo i primi momenti della pace generale il desiderio di raccogliere i lumi di tutti i cultori delle scienze, dia una medaglia d'oro al cittadino Volta, primo dotto straniero che dopo la pace abbia letto una memoria in seno alla Classe, come segno della sua stima speciale per questo professore e del suo interesse nel ricevere i lavori di tutti i dotti stranieri. Propone inoltre che la Classe incarichi una Commissione di fare in grande tutte le esperienze atte a spandere nuova luce sull'importante ramo della fisica di cui il cittadino Volta aveva intrattenuto la Classe; e chiede che le sue proposte siano rinviate ad una Commissione.

La Classe rinvia le proposte del cittadino Volta alla Commissione già nominata per occuparsi del galvanismo.

21 *brumaio*, anno X (12 nov. 1801). — Il cittadino Volta continua la lettura della sua Memoria sul galvanismo e ripete sotto gli occhi della Classe le principali tra le esperienze fondamentali delle sue teorie.

1 *frimaio*, anno X (22 nov. 1801). — Il cittadino Volta completa la lettura della sua Memoria sul galvanismo.

11 *frimaio*, anno X (2 dic. 1801). — Il cittadino Biot, incaricato a nome della Classe di esaminare e ripetere le esperienze galvaniche, riferisce su questo soggetto.

La Classe approva la Relazione, ne adotta la conclusione, e incarica per conseguenza la segreteria e la Commissione dei fondi di disporre perchè sia coniata al più presto possibile la medaglia decretata al cittadino Volta. Si domanda che la Relazione sia stampata separatamente e senza indugio, proposta che viene adottata.

Il rapporto di Biot pubblicato nei *Memoires de l'Institut* T. V. pag. 233 si chiude come segue:

" Secondo la domanda che è stata fatta da uno dei vostri membri e voi avete rinviato alla Commissione, vi proponiamo di offrire al cittadino Volta la medaglia dell'Istituto, in oro, come testimonianza della soddisfazione della Classe per la bella scoperta di cui egli ha testè arricchito la teoria dell'elettricità e come prova della riconoscenza per avervela comunicata. „

Il primo console (Bonaparte) che aveva assistito a tutte le sedute in cui Volta dava lettura della sua Memoria ha manifestato il più grande entusiasmo per l'importanza di questa scoperta, e fu informato che le risorse di Volta si erano esaurite.

Il 13 *frimaio* (due giorni dopo la comunicazione del rapporto) gli assegnò una gratificazione di 6000 franchi.

1 *germinale*, anno X (22 marzo 1802).

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Volta dietro voto della Classe è compreso nella lista dei candidati al posto di membro straniero.

4 *messidoro*, anno X (23 giugno 1802). — Il Ministro dell'interno trasmette copia, alla Classe, di una lettera del primo Console per fondazione di un premio relativo all'elettricità ed al galvanismo. I cittadini Laplace, Coulomb, Haüy, Hallé e Biot sono nominati per presentare i mezzi per l'adempimento delle intenzioni del primo console.

11 *messidoro*, anno X (30 giugno 1802). — Il cittadino Biot fa in nome proprio e in quello dei cittadini Laplace, Hallé, Coulomb e Haüy una relazione sulla lettera del primo console relativa al premio da lui fondato pel galvanismo.

Questo rapporto e le sue conclusioni sono adottate: ne sarà data lettura alla prossima seduta pubblica e verrà stampato separatamente per servire di programma.

La lettera del primo console datata il 26 pratile anno X (15 giugno 1802) è così concepita:

" Io intendo, o cittadino ministro, di fondare un premio consistente in una medaglia d'oro di 3000 franchi per la migliore esperienza che sarà fatta nel corso di ogni anno sul fluido galvanico.

" A tale scopo le Memorie relative alle dette esperienze saranno inviate, avanti primo fruttidoro, alla prima *Classe dell'Istituto Nazionale*, il quale dovrà aggiudicare il premio all'autore dell'esperienza che sarà stata la più utile nel cammino della scienza.

" Desidero dare per incoraggiamento una somma di 60,000 franchi a colui che con le sue esperienze e scoperte farà fare al galvanismo un passo paragonabile a quello che hanno fatto fare a queste scienze Franklin e Volta, e ciò a giudizio della Classe.

" Gli stranieri d'ogni nazione saranno ugualmente ammessi al concorso; fate, ve ne prego, conoscere queste disposizioni al presidente della prima Classe dell'Istituto Nazionale affinchè essa dia a questa idea lo sviluppo che le sembrerà conveniente, il mio scopo speciale essendo quello di incoraggiare e di fissare l'attenzione dei fisici su questa parte della fisica che è, a mio avviso, la strada di grande scoperta.

" BONAPARTE. "

La Relazione di Biot finisce come segue:

" Per rispondere alle intenzioni del primo Console e dare a questo concorso tutta la solennità che esigono l'importanza dell'oggetto, la natura del premio e il carattere del fondatore, la Commissione vi propone all'unanimità il progetto seguente... *(seguono le modalità relative al grande concorso per il premio Volta).*

Biblioteca nazionale centrale di Roma

La medaglia d'oro fu decretata:

Nel 1806 a Erman, di Berlino, per i suoi lavori sul potere conduttivo dei differenti corpi per l'elettricità.

Nel 1808 a sir Humphray Davy per differenti ricerche d'elettricità e per la scomposizione degli alcali e la scoperta del potassio e del sodio.

Nel 1810 a Gay-Lussac e Thenard per le loro ricerche elettrochimiche.

Il gran premio di 60,000 franchi non fu decretato.

Napoleone III, non volendo che la lettera del primo console restasse lettera morta, il 23 febbraio 1852 firmò il decreto seguente:

" Considerando che al principio del secolo la pila di Volta fu giudicata il più ammirando tra gli istrumenti scientifici...

" Che essa ha dato...

" Considerando d'altronde che è di alto interesse richiamare i dotti di tutte le Nazioni a concorrere allo sviluppo delle applicazioni le più utili della pila di Volta.

Decreta:

" Art. 1.° — È istituito un premio di 50,000 franchi a favore dell'autore della scoperta che renderà applicabile con economia la pila di Volta...

" Il Concorso rimarrà aperto per 5 anni... "

Dopo una proroga del concorso nel 1858, il premio fu decretato nel 1864 a Ruhmkorff per la costruzione dei rocchetti d'induzione.

Un nuovo concorso per questa grande istituzione che ha ricevuto il nome di *Premio Volta* fu aperto con decreto del 18 aprile 1866.

La Repubblica, tosto dopo i nostri disastri, ha reputato a onore di conservare questa tradizione mediante i decreti del 29 novembre 1871 e dell'11 giugno 1882.

Il *Premio Volta* fu attribuito nel 1880 a Graham-Bell per l'invenzione del telefono, poi nel 1888 a Gramme per le dinamo industriali.

Il nome di Volta è così collegato agli atti i più onorandi compiuti dall'Istituto di Francia e dal Governo del nostro paese per incoraggiare il progresso scientifico: e perciò che io sono felice di portare nella cerimonia del di lui centenario tutta la simpatia dell'Accademia delle scienze e la testimonianza della sua ammirazione per una delle più pure tra le vostre glorie nazionali.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 56.

CONTRIBUTO ALLA BIBLIOGRAFIA VOLTIANA

ELENCO DEI DOCUMENTI

PRESENTATI

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

DALL'INGEGNERE CARLO BARZANO

1) Philosophical Transactions of the Royal Society of London, year 1800. Vol. 90. Part. II.

" On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds. „ In a letter from Mr. Alexander Volta, F. R. S., Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia, to the Rt. Hon: Sir Joseph Banks, Bart. K. B., P. R. S.

2) Ibid. Year 1801. Vol. 91. Part. II.

" An account of some galvanic combinations, formed by the arrangement of single metallic plates and fluids, analagous to the new galvanic apparatus of Mr. Volta. „ By Humphry Davy, Lecturer on Chemistry in the Royal Institution. Communicated by Benjamin, Count of Rumford.

3) H. C. Oersted: " Uebersicht der neuesten Fortschritte der Physik „ in *Europa, eine Zeitschrift herausgegeben von Friedrich Schlegel* (Frankfurt a. M. 1803).

4) Mémoires de l'Institut national des Sciences et Arts.

Rapport sur les Expériences du citoyen Volta par le citoyen Biot, au nom d'une Commission composée des citoyens Laplace, Coulomb, Hallé, Monge, Fourcroy, Vauquelin, Pelletan, Charles, Brisson, Sabatier, Guyton et Biot, lu le 11 frimaire, an X.

5) Ibid. Notes relatives au rapport sur les expériences du citoyen Volta.

6) Ibid. Prix fondé par le Premier Consul Bonaparte annoncé dans la séance publique du 17 messidor, an X. Rapport fait à la classe des sciences, mathématiques et physique de l'Institut National, sur le prix fondé par le premier Consul pour les découvertes relatives à l'électricité et au galvanisme.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

7) Le *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire naturelle et Arts.*

Extrait des lettres de Volta au professeur Green (Annales de chimie de Brugnatelli, 1797. Tomo XIV).

8) Ibid. Description du nouvel appareil galvanique de M. Alexandre Volta, et expériences faites avec cet appareil par MM. Nicholson et Carlisle (Journal de Nicholson).

9) Ibid. Sur les phénomènes électrométriques de la Colonne de Volta par Erman, professeur de Physique à l'Académie militaire de Berlin.

10) Lettre du professeur Volta à J. C. Delamétherie sur les phénomènes galvaniques (18 vendémiaire, an X).

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 57.

SULL' OPPORTUNITÀ DI RACCOGLIERE
IN UNA PUBBLICAZIONE UNICA
LE OPERE SPARSE DI ALESSANDRO VOLTA

Lettura fatta

DAL PROFESSOR AL.DRO VOLTA JR.

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

il 23 Settembre 1899.

. . . . . al lampo
Dei vincitor del tempo eterni libri
Fugge ignoranza.

MASCHERONI, *Invito a Lesbia.*

Questa solenne occasione in cui si trovano riuniti i più esimi elettricisti italiani e forastieri per celebrare la grande invenzione voltiana, mi si presenta come unica e propizia alla rinnovazione di una proposta che già ad altri venne in pensiero, ma restò sempre allo stato di pio desiderio: quella voglio dire per la ristampa in una pubblicazione unica delle opere di Alessandro Volta.

È noto come il march. Antinori, mosso da nobile intento, abbia riunite le principali pubblicazioni voltiane in tre tomi divisi in cinque parti, cui diede il titolo di " Opere del Conte Alessandro Volta ", le quali uscirono nel 1816 coi tipi del Piatti di Firenze. Questa Collezione si ritiene in generale rappresentare completamente il lavoro letterario del Volta: e così avviene che a questa sola si limitino gli studi di quanti discorrono del grande inventore, e giudicano di lui e delle sue scoperte. Ora è bene sapere che la detta Collezione attinse quasi unicamente dai periodici scientifici che si pubblicavano al tempo del Volta a Milano ed a Pavia; onde essa si arresta naturalmente al 1814; da qui derivò che la stessa riescì incompleta, ed incompleti o meno sicuri derivarono i giudizi sull' opera del Volta per parte pur di uomini illustri per profonda scienza.

Facilmente si capisce come da una tale conoscenza parziale di lavori fondamentali del Volta o di memorie staccate, sia potuto de-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

rivare anche una sensibile discrepanza di opinioni e apprezzamenti per parte de' suoi critici.

D'altronde fra gli studi voltiani di difficile rinvenimento o sparsi, alcuni sono veramente importanti o per sè stessi o per la storia avendo precorso scoperte venute dappoi. Appartengono a questa categoria, diverse note e memorie pubblicate dal Volta in giornali forastieri, come nel " Journal de Chimie et de Physique „, del Van-Mons; nel " Bulletin des Sciences pour la Société Philomatique de Paris „, ecc.; e vi appartengono pure diverse pubblicazioni, fatte di scritti inediti di lui da' suoi più caldi ammiratori; primo fra tutti, come voi sapete, l'illustre Prof. Luigi Magrini, paziente indagatore dei manoscritti voltiani, dai quali seppe trarre tanti e tanti tesori di scienza che consegnò agli " Atti del R. Istituto Lombardo „ (1860-61); ma ivi rimasero e rimangono confinati. Vennero poi altri, che in occasioni speciali pubblicarono or l'una or l'altra Memoria inedita del Volta e anche lettere su argomenti diversi, che pur si collegano o valgono ad illustrare i di lui studi: ma, così sparse in altrettante pubblicazioni come si trovano, perdono ogni ragione d'essere, diventano semplici ricordi di un uomo venerato, e corrono infine a risico di venire interamente dimenticate.

Il compianto Prof. Riccardi fu il primo a propugnare il progetto di una pubblicazione unica che raccogliesse le Opere del Volta; egli consegnò nel 1877 alle " Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena „ (T. XVII) una Bibliografia delle di lui Opere, alla quale allegò un accurato catalogo di queste: il colto professore annotò ben *60* titoli; e a questo elenco aggiunse un altro delle Commemorazioni ed Elogi del Volta.

Il faticoso lavoro dei professori Magrini e Riccardi: la iniziativa così da loro presa, per la riunione di tutti gli scritti voltiani, son ben degni di encomio ed io godo di poter ora ricordare a voi, illustri signori, questi benemeriti custodi delle glorie paesane, i quali prestarono il più grande omaggio di ammirazione all'inventore elettricista componendogli eccelso monumento nelle stesse opere sue.

Le produzioni scientifiche voltiane, che ci vengono segnalate dal Magrini, sono anzitutto discorsi recitati in occasione del conferimento di lauree, rimasti tutti inediti fino alla morte del Volta e ritrovati poi fra i di lui manoscritti. Ve n'è uno del 1787, in cui il Volta studia l'evaporazione e le sue leggi ed applicazioni; due sono del 5 maggio e del 17 giugno 1795, in cui l'autore espone le sue vedute e considerazioni sulla forza elastica dei vapori alle differenti temperature, in base a sperienze fatte però molto tempo innanzi. Un quarto discorso ricordato dal Magrini, è del giugno 1804 ed è il più impor-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tante al dire dello stesso illustre recensore; sono ivi esposti i primi trovati del Volta sulla formazione dei vapori nel vuoto e in presenza dell'aria; le relazioni fra le variazioni delle tensioni dei vapori e le temperature, pressochè uguali per sostanze diverse, se prese da temperature equidistanti dai rispettivi punti di ebullizione: quei fatti insomma che proclamati assai più tardi dal Gay-Lussac e dal Dalton ebbero il nome di legge da questi fisici.

Dico assai più tardi, poichè gli studi sperimentali relativi appaiono fatti dal Volta al principio del 1799, come lo dimostra una lettera che il Volta scrisse da Como il 19 marzo 1799, descrivendo l'apparato per la misura delle tensioni dei vapori. Ecco adunque dei documenti importantissimi per la storia della scienza, ma ignorati dai più: e così dicasi di quant'altro annunciò il Magrini all'Istituto Lombardo, al quale pervennero quei manoscritti parte dagli eredi di Pietro Configliachi successore ed amico dell'avo mio, e parte dalla sua libreria privata.

Degni pure di comparire fra le Opere riunite del Volta sono i suoi discorsi di meteorologia; ciò specialmente per riguardo al tempo in cui furono pronunciati, quando cioè mancava ancora ogni regola per la comparabilità delle osservazioni, per la formazione di quadri statistici; nè per l'elettricità eransi adottate misurazioni con apparati speciali.

Il Volta tenne due discorsi in proposito: nel 1793 e nel 1794: questo secondo venne pubblicato dal Magrini nel 1860; il primo venne pubblicato ora dal ch. Prof. Panizzi nell'opuscolo intitolato *Voltiana*, edito dal corpo insegnante del R. Liceo Volta per concorrere alle presenti onoranze. Un terzo scritto è un rapporto o progetto per un completo Osservatorio Meteorologico; è diretto al Magistrato Camerale di Lombardia e data dal 1791.

Con tali mezzi il Volta iniziava la erezione degli Osservatori Meteorologici in Italia: che poi venivano ad acquistare importanza e largamente estendevansi per opera de' suoi successori e specialmente del compianto Prof. Gio. Cantoni.

Se ora passiamo a consultare l'elenco delle opere voltiane pubblicate dal Prof. Riccardi, qui pure ne troviamo parecchie non comprese nella Collezione dell'Antinori.

Anzitutto ci si presenta per importanza il voluminoso fascicolo intitolato: *L'identità del fluido elettrico col così detto fluido galvanico*, ecc. " Memoria comunicata al Sig. Pietro Configliachi, preceduta da una lettera di questi agli studenti della scuola pavese „: in questa il Sig. abate si fa il merito di aver ordinati, composti e confermati per propri studi numerosi appunti del Volta, raccolti e poscia a lui legati da un caro amico e scolaro (cioè il Dott. Baronio) morto an-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

zitempo. Il grosso fascicolo invece è tutto genuina composizione del Volta, da questi tenuta anonima e consegnata al Baronio pel concorso sul galvanismo indetto dalla Società Italiana di Scienze di Modena. Il ch. Prof. Magrini trovò negli autografi voltiani la minuta originaria non solo; ma altresì quella delle note aggiunte ad essa. Non ripeterò ora quanto voi, illustri signori, potete leggere nella relativa comunicazione fatta dal ch. Professore all' Istituto Lombardo; neppure riferirò tutta la curiosa istoria di questo episodio letterario che seppe ricostrurre il Riccardi, e dal quale appare la grande bonomia del Volta, che tutto lasciò correre l'equivoco, mentre egli era altrettanto pronto e scrupoloso nel riconoscere i diritti di priorità quando inconsapevolmente arrivava a risultati già da altri ottenuti. Mi permetto però di qui aggiungere un fatto a proposito di quella pubblicazione; cioè che esiste fra le carte di famiglia una lettera del Configliachi in data del 2 agosto 1827, l'anno della morte di Volta, nella quale lo scrivente preannunzia a mio padre una commemorazione del grande inventore e aggiunge, alludendo al famoso fascicolo: *stampando il mio elogio toglieremo ogni equivoco, ed ogni emenda mercè le notizie che mi favorirete sarà fatta.*

Invece nell' " Elogio di Volta „ pubblicato dal Configliachi nessuna emenda venne fatta, probabilmente perchè mio padre in quei tristi momenti non volle preoccuparsi di una simile questione. Intanto successe che, oltre non venir compreso nella Collezione Antinori quell'importante lavoro che il Magrini chiama l'*ultimo trionfo del Volta*, fu per ben mezzo secolo ritenuto opera del Configliachi, anzi come tale proclamato dal Cantù: [1] ora è apprezzato ma da pochi, mercè la rivendicazione fatta dal Magrini e dal Riccardi.

Diverse pubblicazioni di elettrostatica troviamo indicate nell'elenco del Riccardi, le quali non furono comprese nella anzidetta Collezione; noto due scritti del 1776 sull'elettroforo; uno è in forma di lettera diretta al Rozier direttore del periodico: " Observations sur la Physique „ e quindi pubblicato in questo; in esso si riassumono sperienze risguardanti la composizione del coibente e la forma dell'apparecchio; l'altro è un transunto di sperienze elettroforiche riportato in un opuscolo, or diventato rarissimo, pubblicato dal P. Barletti predecessore del Volta alla cattedra di Pavia.

Nel citato giornale del Rozier dell'anno 1783, troviamo due lunghissime memorie, sotto il titolo: *sur les grandes avantages d'un'espèce d'isolement très imperfait:* traduzione dall'italiano, senza indicazione nè della fonte, nè del traduttore; solo è dichiarato che l'originale è

[1] V. Cantù, *Storia della Città e Diocesi di Como:* il paragrafo su Volta.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

del 1780. Ora, la ben nota memoria voltiana che leggiamo nella Collezione dell'Antinori, col titolo: *sul condensatore* e che è quella dal Volta comunicata al Copwer nel 1782 coll'intestazione: *Del modo di rendere sensibilissima la più debole elettricità*, mi sembra il riassunto purgato e migliorato della precedente. Ad ogni modo fo menzione di questo scritto che non trovasi nella Collezione dell'Antinori, il quale forse lo omise per la detta ragione, dando la preferenza alla comunicazione che procurò al Volta la medaglia d'oro dalla Società Reale di Londra.

Un lavoro invece, la cui mancanza nella detta Collezione riesce una vera lacuna, è una lettera al Priestley dal titolo: *Sur l'inflammation de l'Air inflammable mêlé à l'Air commun dans les vaisseaux fermés, etc.*

Le lettere in argomento furono due: quella del 1777 trovasi riportata dall'Antinori; la seconda che data dal 1779 fu invece omessa, sebbene abbia non minore importanza, anzi dal lato storico sia di alto valore. Infatti in questa lettera il Volta stabilisce pel primo l'esatta proporzione fra i volumi dei due gaz ossigeno e idrogeno (aria deflogisticata e aria infiammabile) per la completa loro combinazione: egli deduce questa proporzione dalla massima quantità di calore che si ottiene allorchè i gaz sono mescolati nel rapporto di un volume del primo per due del secondo. Aggiunge l'inventore che contava esaminare ciò che si precipitasse *infiammando gran copia della miscela confinata sopra il mercurio; ma tanto metallo disponibile non potè mai avere.*

Solo due anni dopo, voi sapete o signori, il Cavendisch scopriva la presenza dell'acqua in detta combustione senza però ammettere la vera costituzione di quella; mentre il Lavoisier proclamava il 24 giugno 1783 esser l'acqua un composto di 100 volumi di ossigeno e 191 di idrogeno e insussistente il flogisticamento voluto dall'inglese.

Il precedente studio del Volta non fu da alcuno ricordato; ed egli se ne lamenta in una lettera diretta ad un amico in data da Pavia dell'11 dicembre 1783 e pubblicata nell'opuscolo di lettere inedite voltiane stampato dal Riccardi nel 1876 in occasione di nozze. In questa lettera il comasco dice di non esser riescito a scoprire qual prodotto si precipitava dalla combinazione dei due gaz perchè non potè altrimenti *isolare le goccie dal fumo o vapore nebuloso che gli parve restio a condensarsi.*

Detta lettera al Priestley è ben degna di essere conosciuta anche per la magistrale descrizione dei processi di analisi; appare il Volta tanto valente per genialità e precisione nelle determinazioni volumetriche, quanto si dimostrò dippoi nelle elettrometriche. Il Senebier, sul medesimo fascicolo del giornale del Rozier, commenta quegli scritti rivolgendosi all'autore colla frase: " les decouvertes que vous avez

Biblioteca nazionale centrale di Roma

faites en étudiant l'air inflammable féront époque dans cette partie de l'histoire de l'Aerologie, comme votre découverte de l'électrophore dans l'histoire de l'électricité „.

È notevole che nella Collezione Antinori, trovisi una sola lettera del Volta all'Aldini sopra l'elettricità animale: sappiamo invece che egli gliene scrisse due altre sebbene anonime e che vennero pubblicate nel T. XVI degli " Annali di Chimica „ del Brugnatelli (1798); alla prima di dette lettere fa seguito un'appendice tolta dagli " Elementi di Fisica „ del Gren, la quale evidentemente è fatta sulla falsariga di una composizione del Volta.

La paternità di questi scritti è dimostrata dall'essere appunto sotto il di lui nome, posti questi articoli nell'Indice generale dei predetti " Annali „; e dal trovarsi fra i manoscritti voltiani custoditi all'Istituto Lombardo i relativi autografi. È evidente l'opportunità dell'aggiunta di queste lettere a quella unica della Collezione di Firenze: per esse si stabilisce il necessario nesso fra gli studi del Volta comunicati al Vassalli nel 1797 e quelli al Gren e al De-la-métherie *sull'elettromozione per contatto di conduttori dissimili*, coi quali si preconizza alla invenzione della pila seguita tosto dopo. [1]

Io fermo qui l'esame sull'elenco del Prof. Riccardi degli scritti voltiani non apparsi nella Collezione più volte citata: lascierò cioè di parlare di qualche altra pubblicazione ivi registrata, ma meno importante; come pure non mi diffonderò intorno alle lettere private, delle quali è fatto cenno in quell'elenco, ma incompletamente. Alcune lettere voltiane furono pubblicate prima e altre dopo il lavoro del Riccardi: un elenco abbastanza completo di tutte le edizioni voltiane voi vedrete o signori, fatto ora per cura dell'Egr. Bibliotecario di questa Biblioteca comasca il Sig. Fr. Fossati; quì mi limito a dire che queste lettere si ponno dividere in scientifiche e famigliari: fra le prime ne abbiamo parecchie dirette al Landriani, all'abate Fromond, al Cooper, al Bellani; le quali apparvero in pubblicazioni speciali. [2] Queste sebben non integranti gli studi voltiani, vengono ad illustrare quegli studi medesimi. Specialmente quelle al Bellani (1804-1808), dimostrano come il Volta abbia a lungo studiata l'azione chimica

[1] Vedi Nota in fine.

[2] Ricordo fra queste: Le lettere inedite in numero di 57, pubblicate a Pesaro dal Montanari (1835); quelle pubblicate dal Riccardi in numero di 10; quelle pubblicate per cura di Z. Volta nel giornale il " Rosmini „ in numero di 10; quelle pubblicate dal Mocchetti in numero di 11; quelle pubblicate dall' " Antologia „ di Firenze; dal Magrini negli Atti dell'Istituto Lombardo; dall'Università di Pavia; la recentemente comunicata alla Società di Fisica dal Prof. Somigliana; *Intorno gli studi sul Lago di Como*, ecc.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

della pila; e mettono in chiaro le sue opinioni in proposito: tali opinioni e studi oggi poco conosciuti, varrebbero a dare un retto giudizio sulle condizioni della chimica di quei giorni; condizioni che tanto influirono sull'interpretazione dei fatti dell'elettromozione voltiana: e però non sarebbe inutile venissero riunite in una sola edizione esse pure, tanto più che nell'Antinori già se ne leggono alcune.

Non posso lasciare sotto silenzio una lettera non pubblicata ancora, ma oramai passata nel dominio del pubblico; cosicchè vale per essa quanto si disse per le pubblicazioni: alludo alla lettera che da Como scriveva il Volta al Padre Barletti il 15 aprile 1777; lettera resa famosa da un commento di Cesare Cantù. Il Volta espone al professore di Pavia un suo ideale progetto per iscaricare da Como a Milano la sua pistola elettrica; e ciò potrebbe farsi, egli dice, qualora *un fil di ferro fosse sostenuto alto da terra da pali di legno* e si prolungasse fino a Milano, *e quivi interrotto solamente dalla pistola, continuasse e venisse infine a pescare nel canale del naviglio contiguo col mio lago di Como.* In queste frasi il grande storico credette trovare la prima divinazione del telegrafo elettrico: tale opinione divenne quasi popolare: si fotografò la pagina in cui trovasi descritto e disegnato quel progetto: la fotografia apparve in tutte le Esposizioni di elettricità, e l'opinione nata nella mente dell'illustre letterato brianteo, divenne opinione del gran pubblico. Intorno questo inesatto concetto parlò il ch. Prof. Govi, all'Accademia di Torino: ne discorse il Prof. Vignoli nella Commemorazione di Lazzate, e ancor io recentemente ne scrissi sul Numero unico dei telegrafisti; e però credo che la lettera al Barletti debba comprendersi fra le pubblicazioni voltiane; tanto più che mentre vale a rettificare le opinioni intorno alla invenzione del telegrafo, dimostra altresì come si debba al Volta l'idea della trasmissione dell'energia elettrica alle più grandi distanze per mezzo di un filo unico: principio questo che fecondò sessant'anni dopo nella mente dello Steinheilt; nè forse tanti sarebbero passati, se quella divinazione fosse stata conosciuta immediatamente.

L'importanza della lettera al Barletti si presenta ancor maggiore quando si considera che essa è veramente il primo annuncio dell'invenzione della pistola ad aria infiammabile; e le sperienze ivi descritte già son indizio dell'altra invenzione, a cui fu condotto il Volta, cioè all'eudiometro.

È noto che il Volta pubblicò diversi articoli letterari o di recensione sulla teoria dei gaz, sul calore, sopra argomenti di chimica; in giornali scientifici e specialmente sul " Dizionario „ del Macquer tradotto dallo Scopoli; io non mi occuperò di questi, sebben essi pure abbiano il loro valore. Solo ricorderò, o signori, l'interessante com-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

mento che il Volta scrisse nel 1787, a proposito della polemica sorta allora intorno al fenomeno del moto della canfora gettata sull'acqua: il Romieu lo attribuiva all'elettricità; il Licthenberg lo spiegava nella grande volatilità del corpo, per cui questo rapidamente cambiando forma, volume e massa dovea trovare nuova posizione di equilibrio. Volta invitato ad esporre il suo parere, lo espone nella nota che leggesi sul giornale medico di Giov. Pietro Frank " Delectus opusculorum medicorum „ T. III, 1787; nella qual nota assegna alla presenza del vapore spiccantesi dalla canfora l'agitazione del corpuscolo. Valentino Brugnatelli venne poscia fuori con un lungo ed accurato studio sul moto non solo della canfora, ma di molti altri corpi, specialmente vegetali, capaci di emettere olii volatili lubrificanti le superficie solide o liquide su cui s'appoggiano; però trovò opposizione nel Carradori, che dimostrava presentarsi il fenomeno da qualsiasi materia polverosa non volatile, purchè resa non bagnabile dal liquido su cui veniva posta.[1]

Dirò infine di una pubblicazione postuma che uscì a Pavia per cura di quell'Università, quando nel 1878 si inaugurò il monumento a Volta, eretto dalla munificenza del cav. C. F. Nocca. Si volle allora da quel corpo accademico, che l'inaugurazione venisse accompagnata da solenni onoranze al sommo elettricista in commemorazione del centenario del di lui ingresso nella Università ticinese. Il compianto ed illustre prof. Gio. Cantoni con eloquente discorso trattò della *Mente di Volta;* ed alla pubblicazione di questo, volle aggiungere qual prezioso documento, l'edizione della 4.ª e 5.ª lettera del Volta al Vassalli che giaceano confuse cogli altri scritti inediti fra gli autografi presso l'Istituto Lombardo: così si ebbe il seguito delle tre lettere già pubblicate dal Brugnatelli e poscia dall'Antinori.

Delle due pubblicate dal Cantoni, la prima è intera: in essa son riassunte le sperienze sulla rana per elettromozione fra due conduttori eterogenei di seconda classe: l'altra lettera non è ultimata, ma l'argomento si può dire interamente trattato; riguarda cioè l'elettromozione in archi costituiti da un conduttore metallico o di prima classe, interposto a due di seconda classe. Queste lettere completano adunque quel lavoro che il Volta intitolava: *Nuova Memoria sull'elettricità animale* e che sull'Antinori appare colle tre prime solamente perchè ignoravasi ove fossero l'altre due: noi dobbiamo esser grati alla memoria del Prof. Cantoni che seppe trovarle e ce le fece conoscere.

La completa pubblicazione degli studi del Volta, specialmente quelli sull'elettromozione, è più che necessaria pel retto apprezzamento

[1] " Annali di Chimica „ del Brugnatelli. T. I e VI.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

dell'invenzione istessa. Quei pochi che scrissero aver il Volta scoperta per caso la sua pila, giudicarono io deggio credere, proprio a caso, cioè senza la base della nozione del lavoro da lui fatto sopra questo argomento; lavoro che tutto intero non può conoscersi neppure dalla pregevole Collezione di Firenze. Volta, lo dichiarò lui stesso ad analoga domanda; *trovò la pila sulla sua via:* la trovò cioè sulla strada maestra delle sperimentali ricerche, ch' egli stesso seppe tracciarsi, e sulla quale si affannò per ben otto anni nella ricerca di una verità che nell'oscurità dei tempi non s'intravedeva; l'unità voglio dire dell'elettricità. [1]

Illustri Signori, enumerandovi per sommi capi gli scritti del Volta sparsi in pubblicazioni diverse, io vi ho presentata tanta materia quanta basterebbe per aggiungere due nuovi volumi all'edizione di Firenze dell'Antinori: ed infatti si potrebbe costituirne uno colle opere sparse e postume che completerebbero la detta Collezione fiorentina; e un secondo coi discorsi accademici e le lettere scientifiche. Lasciai con ciò dal considerare tutti quegli scritti didattici o letterari che il Volta pubblicò sui periodici del suo tempo, lasciai le lettere famigliari e le note, forse in parte destinate a vedere la luce, che noi troviamo fra gli autografi custoditi all'Istituto Lombardo e che richiederebbero un esame speciale per l'ordinamento e la scelta: ma anche da quì vedete come sia insufficiente a farci conoscere il lavoro scientifico del Volta, la così detta Collezione fiorentina delle sue opere.

Si innalzano archi e colonne ad esaltare le gesta degli uomini grandi; or qual miglior modo per ciò ottenere, trattandosi di un filosofo, che perpetuarne le scientifiche concezioni espresse ne' suoi scritti col raccoglierli in volumi che tutti possano avere fra le mani? Questi formano la storia viva dei tempi passati, ai quali non è possibile risalire senza pericolo di ingannarsi, se ci affidiamo ai diversi apprezzamenti degli storici e dei critici. È bello, ma è pure anche sommamente utile attingere alle prime fonti di quel sapere, che ci portò ai trionfi della scienza moderna: altri crederà che ciò valga solo a dare il lustro di una vana erudizione e che nessun vantaggio derivi per gli studi presenti dalla conoscenza di quelli che precedettero. Non voglio dire che non si possa attendere alla investigazione dei fatti naturali o alle applicazioni delle leggi di questi, senza aver sfogliati i libri del Galilei, del Newton, del Laplace; come si esige dai cultori delle lettere per riguardo i classici latini e greci; ma penso che è guida feconda alle ricerca scientifica la nozione degli studi e

[1] Veggasi anche la lettera al fratello Luigi in data di Parigi 17 novembre 1801, nell'edizione Montanari di Pesaro.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

dei metodi già dai nostri maestri adoperati: questa ora abbrevia, ora risparmia la fatica; sempre fornisce i migliori criteri.

Io ho creduto o Signori, che non dovesse chiudersi la solenne commemorazione voltiana senza che si presentasse alla vostra considerazione questo progetto di un supplemento che riunisca le pubblicazioni del Volta non facenti parte della nota Collezione fiorentina: è un' impresa che non potendo per sua natura riescire retributiva, non verrebbe assunta da nessun editore: ma un voto di questo Congresso potrebbe accogliersi favorevolmente da chi presiede agli studi e può attuarlo. Ho fatto rivivere quel nobile pensiero che suggerì al Prof. Riccardi la formazione dell'elenco delle opere voltiane; e l' ho fatto rivivere sotto la più modesta proposta di un semplice Supplemento all'Antinori: supplemento che senza troppa fatica or potrebbe comporre una commissione di persone competenti. Io voglio lusingarmi che voi, illustri Signori, dividerete con me il desiderio per questo riordino e raccoglimento di pubblicazioni preziose e fors' anco in breve volger di anni in parte irreperibili: è ciò che si fece per l'opere del Galilei, per quelle di Leonardo da Vinci e per altri uomini sommi; non lo si farà pel Volta? — Abbia adunque, come quelli, anche l' inventore della pila composto tutto il suo lavoro in un' unica pubblicazione che sia indissolubile documento per la verità della storia e pel vantaggio degli studi.

NOTA.

Le due lettere all'Aldini scritte nel 1798, qui sopra citate e comparse nel T. XVI degli "Annali„ del Brugnatelli colla semplice indicazione: Lettere del cittadino N. N. di Como e colla data dell' aprile 1798; non costituiscono un fatto nuovo nè straordinario. Spesso usavasi l' anonimo per tratto di riguardo onde tenere la polemica nel puro campo della questione ed evitare qualsiasi attacco personale: altra volta per la stessa ragione indirizzavasi la lettera non all' avversario, ma a terza persona; così fece pure il Galvani che scrisse anzicchè al Volta, dapprima al Carminati e poi allo Spallanzani ed in una pubblicazione usò anche l' anonimo. [1]

Il Volta uscì con queste due lettere anonime all'Aldini fors'anche perchè dopo la sua prima del 1792 in cui gli prometteva altri scritti, interruppe invece la corrispondenza diretta. Comunque sia, esse sono interessanti. Nella prima il Volta riassume le cose già dette nelle

[1] Veggasi la *Collezione delle Opere di L. Galvani*. Bologna, 1841.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

precedenti lettere al Vassalli e al Gren, e intorno vi ragiona aggiungendo talora fatti nuovi: cita ancora una vecchia lettera del 1792 al Tommaselli di Verona che però io non trovo riportata in nessuna edizione. Nella seconda lettera sonvi altre esperienze ed acute argomentazioni, dalle quali già vedesi delinearsi sempre più prossima la scoperta voltiana: il Volta dopo aver confermate, per mezzo del condensatore a piatto di marmo, le fondamentali determinazioni sul potere elettromotore dei metalli posti fra loro a contatto, e corretto il posto assegnato nella sua scala al mercurio, viene a dire dei suoi studi sul contatto fra metalli e conduttori umidi: in questo combaciamento egli trova che quelli danno fluido a questi; però i segni al condensatore risultano a lui assai più deboli che pel contatto fra conduttori di prima classe: e non solo questo trova il Volta, ma egli rileva altresì che la grandezza dello squilibrio cambia col mutare dei liquidi o dei metalli, risultando ad ogni modo sempre negativi questi rispetto a quelli. Non è qui il luogo di entrar in dettagli; non posso però a meno dal riportare qualche periodo di questa lettera che basta per addimostrarne l'alto valore:

" Una cosa ancora molto notabile è che il zinco il quale ci-
" mentato cogli altri metalli riceve da tutti, e si elettrizza quindi in
" più: e così pure cimentato con altri corpi mezzo tra conduttori e
" coibenti affetta assai più degli altri metalli l'elettricità positiva;
" coi conduttori umidi al contrario non solo si elettrizza negativa-
" mente, al pari di ciascun altro metallo, ma contrae tale elettricità
" di difetto meglio di tutti, ossia ad un grado molto più alto.

" E qui non posso a meno di far osservare, che questa tendenza
" dello zinco a dare ai conduttori umidi, assai maggiore di quella
" che si hanno gli altri metalli concorre colla tendenza che hanno
" questi di dare a lui, come si è veduto a fare, che la corrente elet-
" trica pel circolo conduttore in cui entrano il zinco ed un altro
" metallo ad immediato contatto fra loro e a contatto ciascuno di
" conduttori umidi, concorrono, dico, tali tendenze cospirando così
" nella medesima direzione a fare che l'indicata corrente sia più forte,
" più copiosa e più celere. Ecco perchè le sperienze del Galvanismo
" riescono superiormente bene quando uno dei metalli impiegati è il
" zinco, ancorchè l'altro sia piombo o stagno: i quali come risulta
" dalle sperienze coi piattelli, danno sì ad esso zinco ma non molto
" anzi poco assai: basta però riflettere che la corrente vien promossa
" da ciò, che il zinco tende esso medesimo a cacciar avanti il fluido
" elettrico nel campo umido cui sta applicato, più assai che il piombo
" o lo stagno non tendano a cacciarlo in senso opposto, cioè nell'altro
" conduttore umido che combaciano essi. „

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Qui adunque risulta evidente che la circostanza del mezzo umido non solo non fu trascurata dal Volta, ma ben istudiata; e poichè risultavagli, come infatti è, concordante nel circuito colla elettromotrice fra i metalli, così egli la ritenne utile nel fenomeno principale; sol che gli apparve meno efficace della elettromozione pura metallica e non vide la ragione chimica. D'altronde sorprende il veder qui già ideata dal Volta la coppia idroelettrica prima della invenzione stessa della pila a colonna; e però chiaro appare perchè contemporanea a questa fu la composizione della pila a tazze.

Or queste nozioni importanti per la storia sono generalmente ignorate, come lo è il documento in discorso: ma da quanto qui dissi sembrami chiaramente dimostrato, che specialmente questa seconda lettera all'Aldini che fu anche l'ultimo scritto precedente la grande invenzione (la lettera al De-la-Matherie seguì molto dopo) costituisca il più naturale legame fra gli studi sull'elettromozione e l'invenzione dell' elettromotore.

Prof. A. Volta J.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Dichiara di convenire pienamente nella proposta dell'illustre nipote del gran Fisico e, ritiene egli pure convenga eccitare il Governo ad assumersi la pubblicazione delle opere di A. Volta; presenta in proposito un ordine del giorno.

Prof. A. Righi. Coglie l'occasione per presentare vivi ringraziamenti al prof. A. Volta per le notizie favoritegli sull'opera dell'Avo, notizie che gli facilitarono spesso l'elaborazione della Commemorazione letta nella seduta inaugurale del Congresso.

Manifesta il desiderio che non le sole opere sparse, ma tutte le opere di Volta vengano raccolte in una unica pubblicazione ed in ordine cronologico.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Tenendo conto del desiderio espresso dal prof. Righi ed approvato dall'Assemblea, propone il seguente

ORDINE DEL GIORNO.

Il I.° Congresso Nazionale di Elettricisti fa voti che il Governo voglia prendere in benevole considerazione l'opportunità di riunire in un'unica pubblicazione tutte le opere di Alessandro Volta, continuando così l'iniziativa da lui presa colla pubblicazione delle opere di Galileo.

L'ordine del giorno è approvato all'unanimità.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

VISITA DEI CONGRESSISTI
ALLA TOMBA DI ALESSANDRO VOLTA

22 Settembre 1899.

Ispirato dall'idea di rendere onore al grande spirito di Alessandro Volta il Congresso degli Elettricisti toccò il proprio momento più alto e solenne la mattina del 22 settembre, quando i suoi membri si recavano in pellegrinaggio alla tomba di Camnago-Volta, ove in un riposo ormai secolare giaciono le ossa già percorse da tanti fremiti di divinazione.

Una lunga fila di *landeaux* per cura della ospitalità di Como, saliva l'erta che conduce al modesto paesello che diede al mondo un sì chiaro figlio, e deponeva i Congressisti davanti al decoroso mausoleo della famiglia Volta.

Il Sindaco di Camnago cav. Franchi, ed i nipoti di Volta il prof. Alessandro e l'avv. Zanino accolsero i Congressisti ed additarono ai loro sguardi riverenti la pietra sepolcrale.

Fu momento di profonda emozione, e sentita e geniale, come mai altrove, si svolse sulla soglia di quel monumento l'omaggio al Grande nelle ispirate parole dei chiari cultori della scienza fisica che le più civili fra le Nazioni avevano mandati a portare il loro riverente pensiero a quella tomba.

Primo parlò il prof. Guglielmo Mengarini, Vice-presidente dell'Associazione Elettricisti Italiani, esprimendo il voto che gli scienziati italiani traessero appunto dalla tomba di quell'illustre ispirazione ai vigorosi concepimenti per cui sempre brillò di sì chiaro lume il pensiero scientifico italiano.

Indi prese la parola E. Sarazin come delegato della " Società di fisica e di Storia naturale di Ginevra „ e in generale a nome degli scienziati di idioma francese. L'oratore si disse " felice di aver conosciuto a Como le strette relazioni che correvano fra Volta e gli scienziati ginevrini ed in particolar modo fra lui ed il grande De Saussure „. Egli contava pure numerosi amici e ammiratori a Parigi, la metropoli della scienza. Era dunque naturale che Parigi e Ginevra le due città che Volta ha riunite nel glorioso viaggio ch'egli fece per esporre la propria scoperta all'Accademia delle Scienze si unissero alla loro volta per deporre insieme il loro tributo di ammirazione a Volta l'inventore della pila.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il dott. prof. V. T. von Lang in rappresentanza dei fisici tedeschi pronunciò di poi nobilissime parole rilevando come la scoperta della pila continuasse la gloriosa secolare tradizione scientifica dell'Italia, e come nel luogo ove sorgeva quel mausoleo giacesse sepolta una delle massime radici del grande albero della scienza.

Ultimo fra gli stranieri, si avanzò il prof. S. P. Thompson, presidente della Associazione degli Ingegneri Elettricisti di Londra esprimendosi, con gentile pensiero, in lingua italiana e tenne un discorso improntato a molta genialità che riproduciamo per intero.

" Noi Inglesi desideriamo unire le nostre onoranze a quelle delle altre nazioni. La scoperta fatta da Volta della pila elettrica ha lasciato uno stampo inalterabile sul secolo scorso.

Questo secolo meraviglioso rimarrà in ogni tempo venturo distinto da tutti i secoli antecedenti dalle vittorie che sono state guadagnate dalle forze scientifiche sul terreno della natura.

Ieri le grandi figure del mondo erano il militare, il vescovo, l'oratore. Oggi c'è l'ingegnere, il chimico, l'elettricista i quali fanno muovere il mondo.

Il progresso della civilizzazione dipende molto più dalla diffusione della scienza che dalla volontà capricciosa d'un imperatore o dalla fase transitoria del movimento politico.

Questo secolo fortunato nel quale la scienza ha fatto tanti progressi, nel quale sono rotti tanti ceppi da cui era legato gran parte dell'umano incivilimento, nel quale si è veduto rinascere la vita delle nazioni ed aumentare intorno al globo il sentimento d'umanità comune, si distingue per molti segni da tutti i secoli precedenti. Secolo più distinto io non saprei trovare nè nell'antichità, nè nel medio evo.

Ma in tutto questo sviluppo, ora, in passato ed anche nei secoli venturi l'opera scientifica di Volta rimarrà come una forza vivente nel mondo. *Monumentum ære perennius.*

Lodi, onori, uomini, società, memorie tutto è quaggiù fugace. *Ars longa, vita brevis,* disse l'antico saggio. Vita breve e l'arte lunga; ma la scienza sta immortale: ma le grandi scoperte lasciano sempre un solco immortale che non è dato distruggere neppure al passaggio di una generazione o di una nazione, e che la falce del tempo anzichè cancellare vieppiù approfondisce.

Gloria a Lui! „

Il senatore prof. P. Blaserna, Vice-presidente del Congresso rilevò quindi come quella riunione rivestisse un elevato carattere internazionale, poichè tutti sentivano come Volta non appartenga più all'Italia ma all'umanità intiera.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Ringraziò gli illustri stranieri presenti " delle nobili parole che dissero e delle corone depositate in memoria di un uomo che un secolo addietro aprì una nuova larga e feconda via — la più feconda forse — al progresso umano ".

Tanto i proff. Blaserna e Mengarini a nome degli Elettricisti Italiani, come gli oratori stranieri a nome anche dei loro colleghi deposero sulla tomba splendide corone di fiori.

Di poi il cav. Franchi, Sindaco del paese, porse un cortese saluto di Camnago-Volta ai Congressisti; ed infine il prof. A. Volta a nome della famiglia Volta della quale il mausoleo è " proprietà gelosa e venerata " disse nobili parole chiamandosi riconoscente e lieto per " lo spettacolo nobilissimo di insigni campioni della scienza moderna rispettosamente accolti intorno alle ceneri del loro grande maestro ".

Dopo che fu presa una fotografia degli elettricisti disposti attorno al mausoleo — e dopo breve sosta nell'ospitale casa del Sindaco di Camnago — i Congressisti tornarono a Como a riprendere i lavori del Congresso.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 58.

COMMISSIONE
PER LA TERMINOLOGIA ELETTRICA

Relazione del Prof. GUIDO GRASSI
PER L'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Quando la Presidenza della nostra Associazione Elettrotecnica Italiana iniziò il lavoro preparatorio pel Congresso degli elettricisti, io proposi che fra le altre questioni si ponesse in discussione anche quella della terminologia elettrica. La mia proposta fu fatta precisamente nei seguenti termini. Pregavo la Presidenza di non dimenticare tale questione, parendomi opportuno, per non dire necessario, che gli elettricisti italiani si mettessero d'accordo sul modo di chiamare i principali elementi elettrici e magnetici, gli strumenti ed apparecchi fondamentali; proponevo quindi che la Giunta incaricasse una Commissione di poche persone di studiare la questione e presentare una relazione al Congresso con proposte concrete.

La Presidenza, accogliendo in massima la mia proposta, credette opportuno di invitare tutte le sezioni dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e la Presidenza della Società di Fisica a nominare ciascuna una Commissione, che studiasse l'argomento e riferisse alla Sede Centrale.

Infine il Presidente si rivolgeva a me, invitandomi a stendere una relazione per la parte tecnica da presentare al Congresso, insieme a quella che sarà presentata dalla Commissione della Società di Fisica.

Accettai l'incarico, che, come primo proponente, mi pareva di non poter rifiutare, ma non mi nascondo che il compito è assai meno facile di quanto può sembrare; intendo il compito di presentare al Congresso delle proposte concrete ed esaurienti. Non parlo dell'altra difficoltà che potrà nascere nel tentare di metter d'accordo i pareri disparati, che, come era facile prevedere, si sono manifestati nel corso della discussione, iniziata separatamente dalle varie Commissioni. Se vi son dispareri, è certo che il Congresso ci metterà tutta la buona volontà per ottenere l'accordo desiderato.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Le relazioni giunte alla Sede Centrale sono quattro, oltre quella della Società di Fisica, e cioè quelle delle Sezioni di Milano, Torino, Genova e Palermo.

Io dirò anzitutto quali sarebbero i criteri che dovrebbero servir di guida nel trattare la questione, secondo il mio modo di vedere.

Lo scopo che dovremmo prefiggerci sarebbe di stabilire la terminologia elettrica con vocaboli che, oltre ad avere un significato ben definito, fossero di forma italiana, scritti e pronunciati in modo unico e adottato da tutti, scienziati, tecnici, industriali.

Per raggiungere tale scopo un primo criterio generale è naturalmente quello di escludere tutte le parole prette straniere; la sola eccezione necessaria, per non contradire a decisioni precedenti di carattere internazionale, è di mantenere i nomi delle unità fondamentali.

Per tutte quelle parole straniere che son già entrate nell' uso comune, specialmente fra i tecnici, e che non si possono sostituire convenientemente con altre parole italiane, bisogna trovar modo di italianizzarle, seguendo però in questo lavoro buone regole di etimologia, derivazione e pronuncia italiana.

Infine senza lasciarsi trascinare dalla smania di creare vocaboli nuovi, che non sempre son necessari, spesso generano più confusione che chiarezza, tanto il tecnico quanto lo scienziato non devono però mostrarsi troppo restii ad adottare, ove occorra, per esprimere un nuovo concetto o un nuovo apparecchio, una parola nuova formata non solo da radice greca o latina, ma anche da lingua straniera moderna e foggiata italianamente.

Certo è che l' applicazione di queste norme semplicissime offre poi molte difficoltà quando si scende ai particolari; perchè in questa trasformazione di parole già in uso o nella formazione di parole nuove, bisogna urtare contro le varietà di gusto linguistico, che son davvero innumerevoli e che ciascuno sostiene con fermezza straordinaria, difficile a vincersi col ragionamento, perchè si tratta di una impressione, che direi quasi di carattere artistico, piuttosto che di una convinzione scientifica.

L'abitudine di pronunciare una parola in un dato modo fa sembrare a molti una stonatura ridicola il pronunciarla un po' diversamente o l'apportarvi una lievissima modificazione. Trattandosi di parole nuove si possono presentare come adottabili diverse forme, e l'orecchio, che da individuo a individuo ha spesso un gusto fonico assai diverso, preferisce or l' una or l' altra forma, e c' è chi protesta vivamente contro una parola che gli fa l' effetto di una dissonanza barbara, mentre ad altri sembra perfettamente armonica ed accettabilissima.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Un altro motivo di opposizione sta semplicemente nel desiderio di non rinunciare a parole straniere, che ad alcuni fanno grata impressione, perchè effettivamente ve n' ha di assai espressive, che tradotte sembrano perdere questo loro pregio.

Altri non trovano alcun inconveniente nell' adottare parole e forme straniere, perchè in tal modo si fa un passo verso la unificazione delle lingue. Se si dovesse ammettere questa massima, è chiaro che la discussione nostra assumerebbe tutt'altro carattere e si dovrebbe discutere piuttosto sulle definizioni dei vocaboli che sulla loro forma. Ma io non credo che la maggioranza sia d' opinione di accettare in massima che parole straniere facciano parte definitiva del nostro vocabolario tecnico scientifico. Mi sembra più giusto adoperarsi per introdurre precisamente la consuetudine contraria, di non accettare le parole straniere, ossia di trasformarle immediatamente, italianizzarle. Fatta l'abitudine, tutti troveranno naturalissimo ciò che ora costa ad alcuni uno sforzo enorme, perche manca l' esempio dei compagni. Ed a ciò appunto deve provvedere il Congresso.

Sull' altro punto, cioè sul modo di italianizzare o di formare le nuove parole, è certo che in molti casi c' è un po' d' arbitrio; ma se si bada bene all'indole della lingua, alle regole colle quali si formano e si derivano le parole, non credo che si possano presentare casi di così difficile soluzione da dover rinunciare alla speranza di un accordo. L' orecchio si abitua anch' esso, e come accadde spesso che lo stesso pubblico finì coll' applaudire dopo pochi giorni quell' opera musicale che alla prima audizione gli aveva strappate le più vive disapprovazioni, così anche i più restii finiranno col trovare che per esempio *amperometro* o *amperimetro*, può stare insieme con *galvanometro* e *calorimetro* meglio di *ampermetro* o *amperemeter*.

Non bisogna dimenticare gli inconvenienti che nascono dall' uso di parole non italiane. Non tutti le sanno pronunciare giustamente; molti le scrivono con ortografia sbagliata; non si sa poi come regolarsi, per esempio, a far il plurale dei nomi. Invece il nostro vocabolario tecnico deve essere alla portata anche dell' operaio e, in genere, di chi non conosce che la propria lingua.

La questione della terminologia va però riguardata anche da un altro punto di vista. Se io fui mosso a fare la mia proposta perchè mi ero già formato un' opinione, nel senso ora esposto, una volta posta la questione agli altri, si è visto subito che le opinioni son diverse e la questione viene anche interpretata diversamente.

Ciò appare dalle relazioni delle diverse sezioni.

Nella Sezione di Milano il Presidente della Commissione, premessa la sua poca fiducia nei risultati dei lavori della Commissione, di-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

stingue la questione in due parti, cioè: 1.° scegliere fra i diversi nomi che si hanno o si possono inventare per designare dati elementi; 2.° stabilire il significato esatto di alcune espressioni. La Commissione però si occupò quasi esclusivamente della prima parte soltanto, e nella discussione generale si manifestarono due opinioni opposte.

Alcuni vorrebbero che nel nostro linguaggio tecnico non ci fossero che vocaboli italiani. Altri non accettano il concetto della completa nazionalizzazione dei vocaboli e ammettono come ideale che in tutte le lingue i vocaboli tecnici siano gli stessi.

In un altro ordine di idee, poi, vi è dissenso nella Commissione sul criterio che deve guidare alla formazione dei vocaboli; vi è chi, pur di semplificare la nomenclatura, non domanda neppure che il nuovo vocabolo esprima ciò che si vuol indicare, bastando che sia convenuto il significato. Altri invece sono contrari alla coniazione di parole convenzionali.

Osservo a questo proposito quanto sia difficile e pericoloso stabilire massime generali. Se è desiderabile avere vocaboli espressivi, è però certo che abbiamo molte parole, che o sono propriamente convenzionali, come per esempio *dinamo*, o che esprimono assai imperfettamente ciò che vogliono indicare, sicchè occorre sempre una convenzione per sapere che cosa significano, come sarebbero, ad esempio, *voltametro*, *galvanometro*, per dire delle più comuni.

La Sezione di Genova non si è occupata dei particolari della terminologia, ritenendo che il lavoro debba essere prima preparato dal Congresso Nazionale; ma, nel formulare il suo voto, mostra di aver interpretato la questione da un punto di vista assai diverso, dichiarando che *forse un lavoro diretto non alla nazionalizzazione ma ad una internazionalizzazione della terminologia elettrica corrisponderebbe meglio allo scopo.* Ne vien di conseguenza che la Sezione di Genova finisce col proporre che il lavoro preparato dal Congresso nazionale venga poi proposto ad un Congresso internazionale.

È questa un'opinione che si collega a quella espressa da qualcuno dei soci della Sezione di Milano; soltanto io osserverò che, sebbene nella Commissione di Milano si sia manifestata tale opinione, tuttavia le proposte fatte da quella Commissione sono informate tutte al concetto di stabilire una terminologia italiana.

Ad ogni modo, siccome nella relazione della Sezione di Genova non è sviluppata la proposta, ma semplicemente accennata colle parole sopra riferite, gioverà attendere dai rappresentanti di quella sezione qualche maggiore schiarimento, per passare alla discussione.

La Sezione di Palermo è d'avviso che, qualora si senta veramente la necessità di una terminologia elettrica, destinata ad evitare con-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

fusioni, si stabilisca in un Congresso internazionale di elettricisti un certo numero di locuzioni, che ciascuna nazione tradurrà colla propria lingua, conservando le radicali delle parole ed adattando le desinenze alle esigenze della lingua stessa.

La conclusione, per la Sezione di Palermo, che si è limitata a questo voto, sarebbe evidentemente che noi dovremmo avere soltanto vocaboli di forma italiana. Però non è facile immaginare come dovrebbe regolarsi il Congresso internazionale per stabilire le locuzioni fondamentali. Nella sostanza l'opinione di Palermo viene a corrispondere a quella della internazionalizzazione espressa dalla Sezione di Genova.

Nella Commissione nominata dalla Sezione di Torino, io, essendone presidente, feci la proposta, che fu accettata, di entrar subito a discutere intorno alla forma da darsi ai vocaboli tecnici, prendendone in esame separatamente certe categorie, come, ad esempio, quelli che servono a indicare unità di misura, strumenti, coefficienti, apparecchi, macchine o loro parti, ecc.

Riassumendo, bisogna anzitutto distinguere come si debba considerare la questione, cioè:

se sia opportuno che la terminologia elettrica abbia un carattere internazionale, e quale, nell'affermativa, sia la via da seguire per raggiungere lo scopo;

ovvero

se si debba limitarsi a stabilire la terminologia italiana.

Come proponente credo non inutile ripetere che nella mia intenzione non fu mai di proporre una discussione nel primo senso. L'uniformità del linguaggio tecnico e scientifico è tanto desiderabile, che il Congresso farà bene a riaffermare tale desiderio; ma non si può pretendere di ottenere più di quanto si ottenne già. L'idea di creare un vocabolario tecnico internazionale fu ripetuta da parecchie parti, ma non fu accompagnata da alcuna proposta concreta che ne mostri l'attuabilità.

Resta a discutersi in qual modo si debba attuare l'altra proposta di stabilire cioè la terminologia italiana.

Le Sezioni di Torino e di Milano hanno fatto delle proposte, le quali, quantunque precedute da considerazioni diverse, s'accordano però in molti punti.

La Commissione di Milano ha riassunto il suo lavoro indicando un certo numero di vocaboli tecnici da adottarsi, senza preoccuparsi di stabilire norme di carattere generale.

Molto simile è il lavoro della Sezione di Torino, e posso dire che vi prevalse l'opinione di non dar regole generali per la formazione dei vocaboli.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Però tutte le proposte particolari son fatte coll'intendimento di raccomandar l'uso di parole di forma italiana.

In conclusione la lettura delle varie relazioni e un ponderato esame dei voti e delle proposte in esse contenute, mi hanno persuaso che se, sull'argomento della terminologia elettrica, si può discutere in vario senso, per esser pratici convien rinunciare a innovazioni grandiose, ideali, di problematico successo e di utilità ben scarsa rispetto alle difficoltà da vincere, e accontentarci di regolare la nomenclatura attuale, con leggeri ritocchi, applicati mano mano ai singoli casi.

Se io proposi di trattar questo argomento, non fu già perchè avessi in mente di portare una rivoluzione nel linguaggio degli elettrotecnici. La mia proposta ebbe sempre uno scopo assai modesto, cioè di richiamare l'attenzione dei colleghi sugli inconvenienti che derivano, a mio modo di vedere, dall'uso di certi vocaboli; e la via indicata mi sembra la più diretta per ottenere qualche risultato pratico.

Lasciando quindi la trattazione di quella parte della questione che ha carattere più scientifico al relatore della Società di Fisica, passo alle proposte particolari fatte dalle varie Sezioni della A. E. I.

1.° *I nomi delle unità fondamentali siano scritti nel modo stabilito dal Comitato internazionale con iniziale minuscola e siano invariabili al plurale; si dica cioè* volt, ampère, ohm, coulomb, farad, henry, joule, watt, *tanto al singolare quanto al plurale.*

Con questa proposta della Sezione di Torino si accorda quella della Sezione di Milano, la quale però si è limitata a proporre che le parole *volt*, *ampère* e *watt* non prendano alcuna modificazione al plurale. Probabilmente il relatore ha indicato soltanto queste tre unità, come esempio, e si deve intendere che la proposta va estesa a tutte le unità. In ogni modo è notevole che anche la Società di Fisica propone esplicitamente che tutti i nomi *volta*, *ohm*, ecc., in italiano si mantengano indeclinabili.

Salvo dunque il desiderio di alcuni, che si approfitti di questa circostanza per tentare di far accettare e sancire la rettificazione di *volt* in *volta*, su questo punto sembra non vi sia disaccordo.

A proposito dei nomi delle unità la Società di Fisica esprime poi l'opinione di non ammettere i vocaboli *gauss* e *weber* ancora poco diffusi e di cui non si riconosce il bisogno.

Io approfitto di questa circostanza per far osservare che, pur tralasciando di discutere sulla opportunità di dare o meno dei nomi a certi elementi, la proposta di attenersi all'ortografia internazionale per le unità fondamentali dovrebbe riguardare tutte le unità, comprese quelle che potranno essere adottate in seguito e quindi anche il *gauss* e il *weber* se saranno adottate generalmente.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

2.° *Nei nomi degli strumenti di misura che terminano in* metro, *si anteponga alla terminazione* metro *una vocale eufonica, quando ciò sia necessario per evitare una collisione di consonanti non conforme all'indole della lingua italiana, e nella pronuncia tali vocaboli siano sdruccioli. In special modo si propone di adottare le parole* voltometro, amperometro, ohmmetro, wattometro.

Con questa proposta della Sezione di Torino s' accorda quella della Società di Fisica, che, pur ammettendo di chiamar *volta* il *volt*, giudica più pratico di conservare alla parola *voltametro* il suo significato attuale e dire *voltometro* il misuratore di *volta*.

La Sezione di Milano è incerta nella scelta tra *voltmetro* e *voltometro*, *ampermetro* e *amperometro*, *wattmetro* e *wattometro*. L' incertezza può nascere da parecchie cause. Alcuni dicono: la parola *metro* indica *misuratore* e il nome dello strumento che misura un dato elemento deve comporsi colla parola *metro* e il nome dell' elemento inalterato.

Altri hanno l'abitudine di dire *voltmetro*, *wattmetro* per la maggiore analogia di suono colle parole corrispondenti straniere, alle quali si sono abituati da principio; e difatti moltissimi nel parlare usano addirittura il *voltmeter* tedesco o il *voltmètre* francese e così per gli altri strumenti. E ciò si spiega, perchè quella prima collisione di consonanti non essendo italiana, vien naturale di finir la parola con una desinenza dello stesso carattere. Ma poi le parole *ampermetro*, *wattmetro* e simili ci obbligano ad una pronuncia assai stentata, perchè sdrucciole sono durissime e piane vengono a scindersi in due parole o in una parola con due accenti, cosa incompatibile colla pronuncia italiana.

Invece nello stesso modo che si italianizza, colla terminazione in *o*, la parte presa dal greco, sembra naturale italianizzare tutta la composizione del vocabolo con l'aggiunta di una vocale eufonica, come si fa sempre in casi simili.

Perciò la più accettabile sarebbe la proposta della Sezione di Torino.

3.° Per analogia sarà naturale che *si adottino i vocaboli corrispondenti per gli strumenti registratori, cioè amperografo, voltografo, wattografo*, che sono proposti d'accordo dalle Sezioni di Milano e di Torino.

4.° Per i contatori abbiamo due proposte. Milano propone le parole *contamperore*, *contawattore*. Torino ha creduto opportuno di semplificare, dicendo *contampère*, *contawatt*, perchè l'unità di tempo generalmente usata dai tecnici è l'ora, e si può sottintendere.

5.° La Sezione di Torino richiama l'attenzione sui vocaboli che si riferiscono agli elementi di un circuito percorso da correnti alter-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

nate; nota che son già adottati generalmente i vocaboli *impedenza*, *induttanza*, *reattanza*, e propone che le nuove parole introdotte specialmente dagli Inglesi *admittance* e *conductance* si traducano *ammittenza* e *conduttanza*.

A questo proposito la Società di Fisica fa giustamente osservare che l'opportunità di accogliere queste nuove denominazioni pare molto discutibile. Ma noi non poniamo la questione su questo terreno, diciamo soltanto che, ove si vogliano tradurre quelle denominazioni, le forme da adottarsi dovrebbero essere quelle proposte, al solo scopo che la forma sia unica e non si ricada sempre nell'inconveniente di veder tradotto lo stesso vocabolo in vari modi.

6.° La Sezione di Torino, considerando che dalla parola *fase* si son derivati già molti vocaboli tecnici, propone che si adottino le forme come *sfasare*, *sfasatore*, *fasometro* e che le forme come *bifase*, *trifase*, *polifase* si adoperino come aggettivi in luogo di *bifasico*, *trifasico*, ecc.

7.° La Sezione di Torino ha pure discusso come si debbano tradurre le espressioni *wattée*, *déwattée* (*wattlos* dei Tedeschi), per indicare le due componenti della corrente alternata, l'una in fase colla f. e. m. e l'altra sfasata di $^1/_4$ di periodo, ed ha concluso di non adottare le espressioni di corrente *attiva* e *inattiva*, o *agente* e *oziosa*, usate da qualche autore; ma si dica corrente *in fase* e corrente *in quadratura*. Evidentemente con questa decisione non si propongono nuove parole, poichè queste espressioni son già usate e non possono dar luogo a discussione; ma si afferma che le dette espressioni sono le più appropriate e abbastanza brevi da non aver bisogno di sostituirvene altre.

8.° Un vocabolo che non si riuscì mai a tradurre e di uso frequentissimo è *shunt;* eppure la necessità di una traduzione è forse maggiore che per molti altri vocaboli, a cagione della sua ortografia e pronuncia. Una metà degli Italiani trova difficoltà ad avvicinarsi alla pronuncia esatta. La proposta di Milano è di adottare senz' altro la parola *shunt*, scritta come in inglese e di più il verbo *shuntare*. Però la questione sta nella pronuncia. Non mi pare che si possa stabilire di adottare una parola come *shuntare*, in cui ad una sillaba si debba dare la pronuncia inglese e al resto quella italiana. Se poi si deve leggere all'italiana, o bisogna sopprimere l'*h* o sostituire al *s h* le lettere equivalenti.

Un socio di Milano ha proposto addirittura di dire e di scrivere *sciunto* e *sciuntare*, parole che, per quanto possano sembrare a prima giunta strane, non sono affatto disarmoniche nella loro pronuncia e in ogni modo sarebbero da preferirsi a *shunt* e *shuntare*, che hanno

Biblioteca nazionale centrale di Roma

pressapoco lo stesso suono e creano continuamente un imbarazzo per la loro pronuncia.

La Sezione di Torino si è limitata a proporre che il *shunt* del galvanometro si traduca *riduttore*, che è una parola già usata anche dai Francesi in questo senso. E gioverebbe accogliere questa proposta, perchè intanto verrebbe a diminuire assai il bisogno della parola *shunt* e si potrebbe cercare poi un verbo da sostituire allo *sciuntare*, se questo non piace, e se veramente se ne sentirà il bisogno.

9.° Seguono varie proposte di vocaboli che riguardano macchine, o apparecchi, o attinenti al loro funzionamento. Trovo due proposte eguali delle Sezioni di Milano e Torino, cioè di tradurre *trolley* con *rotella*, e di adottare le parole *survoltore* e *survoltrice*.

Milano propone anche *survoltaggio;* ma la Sezione di Torino è certamente in disaccordo, perchè osserva espressamente che la parola *voltaggio* è inutile e si deve dire invece *tensione*, come i Tedeschi dicono *Spannung*.

Le altre proposte di Milano sono le seguenti:

Si deve dire *motore elettrico* e non *elettromotore*
convertitore
raddrizzatore
motore-dinamo, ovvero *dinamo-motore*
elettrovia, filo di contatto, pertica con rotella, staffa con telaio, manovratore, avviamento, portata in ampère (per *débit*)
scorrimento (per *slip*)
fattore di potenza
indicatore di terra.

Per l'apparecchio che serve a regolare il numero di elementi di una batteria d'accumulatori, Milano indica tre vocabili, *sommatore, inseritore, intercalatore.*

La Sezione di Milano ha creduto pure opportuno di stabilir bene il significato della parola *dinamo, che deve indicare qualunque macchina che trasforma l'energia meccanica in elettrica; l'alternatore* essendo una varietà di dinamo. A questo proposito osservo che la definizione andrebbe completata, per non comprendere nelle dinamo anche le macchine elettriche a strofinio o ad induzione elettrostatiche.

Finalmente la Sezione di Milano comunica che furono proposti i vocaboli seguenti, cioè:

monofasogeno per alternatore monofase
trifasogeno „ „ trifase
ammetro „ amperometro
elettrovettura
ostruzione
sotto-carro per *truck*.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Le altre proposte della Sezione di Torino sono le seguenti:

Nei motori elettrici a correnti alternate, la parte rotante si dica *parte mobile* e l'altra *parte fissa*, e nel caso che si voglia imitare la nomenclatura inglese di *rotor* e *stator*, si scriva e si pronunci *rotore*, *statore*.

L'apparecchio per regolare i motori, dagli Inglesi detto:

controller	si traduca	*distributore;*
dinamo compound	„	*dinamo composita;*
calage delle spazzole	„	*calettamento;*
décalage	„	*spostamento;*
bobinage	„	*avvolgimento;*

e si dica sempre *rocchetto* e non *bobina*.

Delle tre espressioni usate *interferro*, *intraferro* e *traferro*, si adotti soltanto la prima, cioè *interferro*.

Le proposte son già parecchie, ma certamente vi sono ancora molti vocaboli che converrà prendere in esame. La Società di Fisica presenta altre proposte; i Soci del Congresso non mancheranno di fornire altro materiale di studio. Il Congresso non potrà esaurire l'argomento, ma colle sue deliberazioni dovrà additare la via da seguire per raggiungere lo scopo.

Lo scopo, come dissi fin da principio, dovrebbe essere quello di stabilire una terminologia unica, con vocaboli di forma italiana, ben definiti, adottati da tutti, scienziati, tecnici, industriali. Non tutti son d'opinione che valga la pena di discutere molto su tale questione, ed io sono il primo a ritenere che non bisogna esagerarne l'importanza. Ma forse perciò è lecito sperare che sia più facile l'accordo, perchè appunto nelle cose di non grande importanza sembra naturale che ognuno debba mostrare maggiore arrendevolezza.

GUIDO GRASSI.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 59.

COMMISSIONE
PER LA TERMINOLOGIA ELETTRICA

Relazione della Commissione della Società Italiana di Fisica.

Prof.ri A. Battelli — A. Cardani — Luigi Donati, *Relat.*

La Commissione sottoscritta, mantenendosi nel campo assegnatole in certo modo dalla parte che meglio si addice alla Società Italiana di Fisica nella quistione della terminologia elettrica, ha creduto di dovere occuparsi prevalentemente del lato scientifico, in quanto la terminologia stessa risponda ad una chiara e precisa significazione di fatti e di concetti in armonia collo stato attuale della scienza, informandosi poi in questo alle seguenti massime generali che paiono fuori di ogni discussione:

Rispettare le decisioni dei precedenti congressi e tutte le cose che sono già universalmente accettate.

Tendere all'accordo colle altre Nazioni per l'unificazione del linguaggio, ma cercando che l'accordo si stabilisca sulla base della maggiore semplicità talchè la terminologia riesca meno complicata che si può.

Conciliare nella misura del possibile l'italianità della terminologia colle altre esigenze.

Con questi criteri direttivi la Commissione ha preso a studiare l'argomento ed ora presenta qui raccolte in breve spazio le sue osservazioni e proposte. Nelle quali ha creduto conveniente tenersi alla massima sobrietà pensando che non si abbia a rimettere in discussione ciò che è già sancito e che ad ogni modo un rimaneggiamento troppo esteso non sarebbe consigliabile, mentre d'altra parte non è suo assunto entrare nei dettagli della terminologia tecnica. Del resto è di parere che più che sopprimere denominazioni vecchie e crearne di nuove giovi in certi punti disciplinare il linguaggio circoscrivendo con definizioni esatte e distinzioni nette il significato delle denominazioni e locuzioni in uso.

1.° È desiderio di molti che l'unità di f. e. m. si abbia a chiamare *volta* e non *volt*; e la circostanza delle onoranze a *Volta* sembra favorevole per tentare di far accettare e sancire questa rettificazione. Allora, a voler procedere ragionevolmente, si avrebbe a chiamare *voltametro* il misuratore di *volta* (voltmeter), mentre ciò che ora si

Biblioteca nazionale centrale di Roma

chiama *voltametro* potrebbe chiamarsi *coulombometro* o *misuratore elettrolitico*. Ma sarà forse più pratico conservare alla parola *voltametro* il suo significato attuale di uso già radicato e dire *voltometro* (per voltmeter). Un'altra cosa da proporre si è che i nomi *volta*, *ohm*, ecc., in italiano si mantengano indeclinabili.

2.° In omaggio al principio di non complicare inutilmente la terminologia caricandola di nomi non necessari, si propone di non ammettere i nomi *gauss* e *weber* di recente introduzione e il cui uso, almeno fra noi, è ancora poco diffuso: tanto più che si tratta di due unità appartenenti al sistema di unità assolute c. g. s. le quali, fatta eccezione per la *dine* e l'*erg*, non hanno nomi speciali. E sempre per lo stesso principio, sarebbe consigliabile che si dicesse per es. *resistenza specifica* senza ricorrere all'altro vocabolo *resistività*, e così si andasse a rilento nell'introdurre nuovi nomi per indicare le quantità inverse di quelle che hanno già il loro nome: poichè nella maggior parte dei casi l'uso di suffissi sembra preferibile alla moltiplicazione di vocaboli strani che complicano ed imbarbariscono il linguaggio senza guadagno di chiarezza e di precisione. Questo però è un argomento piuttosto delicato in cui conviene procedere misuratamente colla scorta dei criteri indicati di sopra.

3.° Per la precisione del linguaggio si fa richiamo all'osservanza di due distinzioni:

a) *Distinzione fra f. e. m. e differenza di potenziale (o dislivello)*. Sono due cose ben differenti, per quanto le loro funzioni si intreccino, che corrispondono alle due parti distinte di cui consta in generale la forza elettrica, cioè parte *impressa* (di origine induttiva, voltaica, ecc.) in relazione con le somministrazioni di energia dall'esterno, e parte *propria* o *interna* in relazione con l'energia elettrostatica del campo.

b) *Distinzione fra i vettori* $H + 4\pi m$ e μH, H essendo la forza magnetica e m l'intensità di magnetizzazione. Questi due vettori, che troppo spesso si confondono sotto il nome di *induzione magnetica*, coincidono solo nel caso che non vi sia da tener conto di magnetismo permanente o rimanente, di fenomeni d'isteresi, ecc., caso che, dove si abbia a fare con del ferro, è puramente ideale. Se si dà ad H il significato abituale, il primo dei due vettori sunnominati è, a differenza dall'altro, sempre solenoidale in tutto lo spazio; e per esso sussiste rigorosamente la legge $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$, che dà la f. e. m. ε indotta in un circuito in funzione della variazione del numero Φ di linee abbracciate dal circuito, numero che *riesce determinato solo quando si riferisca ad un vettore solenoidale*. Ad esso va riserbato il nome di induzione magnetica prendendo poi, se si vuole, il μH come

Biblioteca nazionale centrale di Roma

rappresentazione approssimata. Si può anche, come fa *Heaviside*, esprimere l'induzione con μH dando però allora ad H un altro significato che differisce dal precedente per l'aggiunta di $\frac{4\pi m_0}{\mu}$ (m_0 magnetismo fisso), con che si ricade sulla definizione di prima. Ad ogni modo bisogna tener presente che dove interviene magnetismo rimanente o fisso occorrono per caratterizzare il campo magnetico due vettori indipendenti.

4.° Di speciale interesse è la terminologia relativa ai fenomeni delle correnti alternative, la quale molto opportunamente tende a ispirarsi al *modello* meccanico delle oscillazioni elastiche e (riferendosi al caso tipico che le alternazioni seguano la legge sinussoidale) alla rappresentazione vettoriale in un piano. Quest'ultima ha il suo corrispondente analitico nell'uso dei numeri complessi che semplifica estremamente i calcoli e in particolare il maneggio delle equazioni differenziali lineari di primo ordine, cui obbediscono le correnti alternative, riducendone la soluzione a quella di equazioni algebriche di primo grado o a costruzioni grafiche semplicissime. In questo ordine di idee toccheremo qui un punto importante che fu già soggetto di controversie.

In un circuito che faccia parte di un qualunque sistema di circuiti fissi attivati da f. e. m. alternative (sinussoidali e di ugual periodo) l'equazione della corrente può nel caso generale ridursi da ultimo alla forma

$$W I = \mathrm{E}$$

con:

$$W = U + i V$$

dove U e V dipendono oltre che dagli elementi propri dal circuito, cioè resistenza (R), coefficiente di autoinduzione (L) e capacità (C), anche da quelli relativi agli altri circuiti e dai coefficienti d'induzione mutua; ed E oltre alla f. e. m. ($\mathcal{E}$) direttamente impressa comprende delle parti dipendenti dalle f. e. m. impresse negli altri circuiti.

Nel caso particolare in cui il circuito considerato sia solo, si ha

$$U = R, \quad V = L\omega - \frac{1}{C\omega}, \quad E = \mathcal{E} \qquad \left(\omega = \frac{2\pi}{T}\right)$$

cioè U si riduce alla resistenza, e V si riduce a ciò che ora è convenuto di chiamare reattanza e che nelle due sue parti $L\omega$ e $-\frac{1}{C\omega}$, per le quali proponiamo rispettivamente i nomi di *faradica* e *leydica*, rappresenta gli effetti dell'autoinduzione e della capacità. La quantità significata dal numero complesso W o dal vettore di componenti U e V si chiama *impedenza*, nome che si usa anche per il modulo

$$\sqrt{U^2 + V^2}.$$

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Risalendo ora al caso generale si presenta la questione se convenga allargare il concetto di reattanza chiamando in generale reattanza la V, il che porta ad allargare in corrispondenza il concetto di resistenza estendendolo ad U, o se convenga tenersi alle definizioni ristrette in modo da comprendere solo gli effetti di resistenza, autoinduzione e capacità del circuito. Per la seconda soluzione milita l'argomento della convenienza di fissare le idee sopra un caso ben definito ed ovvio e di far intervenire solo R, L, C, cioè le costanti del circuito. Se non che va notato che queste *costanti* non sono poi tali che nel caso di un circuito lineare *semplice:* altrimenti dipendono dal modo di distribuzione delle correnti e quindi da tutte le circostanze che influiscono su di esso. Mentre d'altra parte la prima soluzione ha il vantaggio di dare della resistenza e della reattanza intese in senso più largo una definizione generale fondata su elementi caratteristici. Esse infatti si presentano allora come i coefficienti di I nelle espressioni delle due distinte azioni antagoniste sviluppate nel circuito, l'una in fase con I e l'altra in quadratura, le quali si oppongono alla f. e. m. totale E e la bilanciano: di guisa che E può corrispondentemente dividersi in due componenti rispettivamente uguali a $U\,I$ e $V\,I$ la prima delle quali (componente *attiva*) fornisce il lavoro assorbito nel circuito e la seconda (componente *reattiva*), impegnata nelle fluttuazioni di energia elettrocinetica ed elettrostatica che importano un succedersi di lavori uguali e contrari, non fornisce nell'insieme alcun lavoro. Siccome però non conviene ad ogni modo di escludere la considerazione di resistenza e reattanza in senso ristretto, il miglior partito pare sia quello di mantenere i due ordini di concetti stabilendo le distinzioni con opportuni suffissi od aggettivi. Si può, per es., seguendo gli Inglesi e Americani adottare la parola *efficace* (effective) da aggiungersi ai nomi di resistenza, reattanza, impedenza, quando si tratta di U, V, W, benchè vi sia così l'inconveniente che la medesima parola, la quale si adopera in italiano come in inglese anche a designare la media quadratica dei valori di una grandezza alternativa, serva a un doppio uso, per quanto ambedue i significati si allaccino al senso generale della parola stessa: mentre non par conveniente l'impiego di due parole italiane differenti per rendere nei due casi la stessa parola inglese. Oppure si può usare semplicemente *reattanza* e *impedenza* in senso generale per V e W e usare invece *autoreattanza* e *autoimpedenza* per il caso dell'azione propria del circuito considerata da sola. Quanto alla U, siccome il nome di *resistenza* è troppo legato al significato antico e ristretto, conviene o aggiungere al nome stesso un aggettivo (come *apparente, attiva...*), ovvero introdurre un nuovo nome (per es. *rattenenza*, parola che fu

Biblioteca nazionale centrale di Roma

già proposta invece di *impedenza*, ma che non è entrata nell'uso in questo senso): e allora si può chiamare semplicemente *resistenza*, oppure *resistenza ohmica*, la R.

Prendendo $\frac{1}{W} = Z = X + i\,Y$ si ha la definizione delle quantità per le quali si sono voluti introdurre i nomi di *ammettenza* (Z), *conduttanza* (X) e *suscettanza* (Y). Se non che per le ragioni invocate al N. 2 l'opportunità di accogliere queste altre denominazioni ci pare molto discutibile.

5.° La parte dove certamente più resta da fare è quella che riguarda le denominazioni e le unità fotometriche. Si capisce come per le difficoltà che nascono dalla varia composizione della luce emessa dalle diverse sorgenti non si possa nelle misure fotometriche propriamente dette aspirare al rigore (a meno che non si tratti di confrontare radiazioni *semplici* della medesima specie); ma tuttavia ispirandosi a concetti pratici, si può adottare un sistema che tolga le incertezze e la confusione che han regnato finora. I signori *Hospitalier* e *Blondel* hanno presa da qualche anno l'iniziativa di un rimaneggiamento della terminologia fotometrica aggiungendovi un corrispondente sistema di notazioni. Pare a noi che il numero delle quantità che essi considerano e cui assegnano denominazioni ed unità speciali possa essere ridotto con vantaggio della semplicità, e che possa discutersi sulla scelta di qualcuno dei vocaboli proposti, ma nell'insieme il loro sistema ci sembra buono ed accettabile. Nella speranza che esso venga presentato dagli stessi suoi Autori al Congresso, ci asteniamo qui dall'entrare in particolari.

6.° Richiamiamo da ultimo l'attenzione sulla convenienza di mettersi d'accordo intorno alla terminologia ed anche al sistema di notazione per i *vettori* ed i *campi vettoriali* in generale, che entrano per tanta parte nella trattazione dell'elettricità.

Ammettendo in massima di seguire *Heaviside*, vi è pure da regolare qualche punto. Vi è, per es., da intendersi sulla parola da adottarsi per ciò che in inglese si chiama *curl*: si usa da taluni *rotazione*, ma questa ha già un significato troppo specializzato. Anche le notazioni di *Heaviside* non sono sempre felici: così il prefisso V per indicare un *prodotto vettore* e le notazioni *div* e *curl* come simboli di operazioni sono ingombranti e si potrebbero sostituire con segnature più comode. E così dicasi di altre cose.

LA COMMISSIONE

A. Battelli. — A. Cardani. — Luigi Donati, *Relatore*.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 60.

SULLE PERTURBAZIONI

PRODOTTE DALLE TRAMVIE ELETTRICHE SUI GALVANOMETRI

Considerazioni lette

DALL'ON. PROF. PIETRO BLASERNA

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

il 19 Settembre 1899.

I.

Due anni or sono, fu stabilita in Roma una tramvia elettrica che percorre in tutta la sua lunghezza la via Cavour. Trattandosi di una città che conta molte salite e molte pendenze, fu prescelto il sistema del filo aereo. La via Cavour è quasi parallela all'asse dell'Istituto Fisico in Panisperna e trovasi da questo ad una distanza, che supera in tutti i punti i 200 metri. Non avrei mai creduto che ad una simile distanza, un filo aereo col ritorno per la terra potesse esercitare sui galvanometri dell'Istituto una perturbazione sensibile. Ma mi accorsi ben presto che mi ero in questo riguardo molto ingannato. Per un galvanometro comune, a canocchiale e scala, in cui si osserva alla distanza abituale di m. 1 o di m. 1.50 e si leggono facilmente i decimi di mm. le perturbazioni prodotte dalla tramvia ascendono a 4 fino a 6 mm., il che significa che esse sono 40 o 60 volte superiori agli errori di osservazione, e rendono quindi impossibile qualunque misura di qualche precisione.

In seguito a questa spiacevole scoperta affidai al dott. Ludovico Marini, dell'Istituto Fisico Romano, l'incarico di studiare l'andamento di tali perturbazioni e la possibilità di ovviarvi. Il dott. Marini ha scelto per tale studio molti punti della città e il risultato delle sue indagini si trova nel giornale " L'Elettricista „ in due note [1] già pubblicate ed una terza che lo sarà tra breve. Siccome esse riguardano non solamente la vita interna dell'Istituto Fisico di Roma, ma bensì quella di tutti gli istituti scientifici del mondo civile, io mi permetto di richiamare l'attenzione del Congresso sopra tale questione divenuta per noi vitale, e che prolungandosi finirebbe per uccidere tali istituti.

[1] *L'Elettricista*, anno VIII-1899, Febbraio, Agosto.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il dott. Marini ha esaminato in svariate condizioni le perturbazioni prodotte dal filo aereo con ritorno per le rotaie e per la terra ed ha trovato che esse si dividono in tre azioni distinte.

1.° Azione diretta della corrente del filo aereo, e dalla rotaia la quale si manifesta con spostamenti della posizione media di equilibrio dell'ago magnetico molto grandi a piccole distanze, che vanno quindi rapidamente decrescendo e che per misure galvanometriche in cui non si vuole andare al di là di una esattezza angolare di 20″, diventano insensibili alla distanza di 150 metri.

2.° Azione delle correnti terrestre vagabonde che si diramano nel suolo in tutte le direzioni e si propagano sino alla distanza di m. 2.000.

3.° Azione delle parti in ferro delle carrozze-motrici, dalla quale si può essere già al sicuro a 40 m. od anche a 30 m. di distanza.

Dopo di ciò il dott. Marini si è occupato della azione perturbatrice prodotta dalle carrozze con accumulatori ed ha voluto sottoporre a più esatta disamina il modo di comportarsi dei singoli galvanometri e quello delle correnti vagabonde.

II.

La prima di queste cause non è che l'effetto della intensità totale della corrente che circola sul tratto di filo aereo e di rotaia agente. Essa dipende quindi dalla intensità, che prende ogni carrozza motrice, la quale varia in un intervallo abbastanza ampio ed in modo brusco, in dipendenza dalle combinazioni dei motori e delle resistenze che si hanno in ogni carrozza e che vengono introdotte a seconda delle velocità che si vogliono ottenere, variabili spesso e repentinamente per i frequenti ostacoli, che si presentano sulle vie di una grande città, e per le fermate che la vettura è obbligata a fare. Su di essa inoltre influiscono ancora in modo non affatto trascurabile i contatti tra il filo aereo e l'asta di presa come pure quelli tra le ruote e le rotaie.

La seconda di queste azioni, quella cioè delle correnti vagabonde, dipende innanzi tutto dalla intensità di quella corrente, che circola sulle rotaie di tutta l'intera rete, stante il loro propagarsi nel suolo anche a grandissime distanze. Dipende quindi dalle condizioni, che determinano questo disperdimento, il rapporto tra le conducibilità del suolo e delle rotaie e la resistenza al passaggio dalle une all'altro in ogni punto di contatto.

A distanze minori di 150 m. dalla linea tramviaria, ambedue queste cause perturbatrici sono sensibili e quando la corrente circola lungo il filo aereo e la rotaia, la prima di quelle cause nasconde la seconda, producendo spostamenti molto grandi, che sopra un ago sem-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

plice di una ordinaria bussola di Wiedemann, senza smorzatoio a 5 m. di distanza hanno superato una deviazione di 650′, il cui senso e grandezza dipende dal senso e dall'intensità di quella corrente. Quando la corrente non circoli sulla linea, ovvero si trovi a distanze maggiori di 150 m., rimangono sole ad agire le correnti vaganti per il suolo, la cui azione, benchè minore, pure è più temibile; giacchè sono variabilissime e si propagano a grandissime distanze. In Germania se ne è voluto riconoscere l'azione a 15 km. di distanza dalla tramvia, il che dipende probabilmente dalla grande sensibilità dei magnetometri, ottenuta col collocare il canocchiale di osservazione a forte distanza dallo specchio. Di queste correnti si può solo dire, che in generale mostrano sempre la tendenza di andare da punti delle rotaie percorsi dalla corrente tramviaria verso la stazione generatrice; però il dott. Marini ha potuto anche rilevare in molti casi, come esse correnti possano avere anche la direzione contraria a quella sopra indicata, e si presentano anche quando le carrozze motrici si trovano a notevole distanza dal luogo, ove è collocato lo strumento di osservazione. Ciò del resto si mostra evidente dal fatto stesso, che tali correnti si possono constatare anche in punti posti completamente fuori dalla rete tramviaria e diametralmente opposti alla stazione centrale.

La terza di queste cause perturbatrici ha minore importanza delle altre, giacchè la sua azione si esercita a distanze relativamente piccole. È già ben conosciuto, che anche i carri e le carrozze cittadine, oltre agli scuotimenti meccanici che comunicano agli edifici producono ancora delle perturbazioni, che assumono spesso un vero carattere magnetico, con spostamenti della posizione media dell'ago. Ciò accade tanto più nelle vetture delle tramvie elettriche, per le grandi masse di ferro che esse contengono. Tale azione perturbatrice si mostra chiaramente a breve distanza dalla linea nei tratti percorsi in discesa e quindi senza corrente; giacchè altrimenti l'azione diretta di questa la nasconde completamente. Si è cercato allora di accertarsi. che le vetture delle tramvie col sistema ad accumulatori non conservino più che questa unica causa perturbatrice e ne è stato studiato il campo di azione. Il dott. Marini ha constatato, che tali perturbazioni si mostrano sempre come attrazioni del polo dell'ago più prossimo alla carrozza che si avvicina, le quali, allorchè questa abbia oltrepassato il luogo di osservazione, si risolvono in una serie di ampie oscillazioni che qualche volta superano anche il valore angolare di 30′. Però già a m. 31.50 non gli fu più possibile in alcun modo di distinguere una qualsiasi perturbazione.

È stato infine esaminato ciascuno dei diversi tipi di galvanometri esistenti nell'Istituto fisico di Roma ed è stato riconosciuto, ciò che

Biblioteca nazionale centrale di Roma

d'altronde era già a priori molto facilmente prevedibile, che tutto ciò, che generalmente si usa per rendere un galvanometro più sensibile alle correnti che si vogliano misurare, lo rende ugualmente sensibile alle perturbazioni. Così gli aghi astatici si mostrano estremamente pronti a seguire qualsiasi brusco cambiamento nella loro posizione di riposo, onde ne consegue un andamento di oscillazioni molto irregolari. L'aggiunta dei magneti astatizzatori, come si sogliono mettere per rendere l'istrumento più sensibile, in modo cioè da produrre un campo in senso contrario a quello terrestre, aumenta notevolmente l'ampiezza delle perturbazioni. L'ampiezza sarebbe diminuita, come facilmente si comprende, se il magnete astatizzante si disponesse nello stesso senso del campo terrestre, ma tale disposizione in pratica risulterebbe svantaggiosa per la sensibilità dell'istrumento. L'unico mezzo che si può adoperare con sicurezza, se non per togliere completamente, almeno per diminuire notevolmente le oscillazioni prodotte da queste cause perturbatrici, senza rendere lo strumento meno sensibile, sono gli smorzatoi di rame. L'uso da taluni proposto di anelli o di casse di ferro attorno all'istrumento onde proteggerlo dalle perturbazioni, non si è mostrato in alcun modo sufficiente a raggiungere lo scopo. Un solo genere di galvanometri, quelli a campo magnetico proprio con bobina mobile, quali quelli di D'Arsonval e di Ayrton e Mather sono abbastanza immuni dagli effetti di queste cause perturbatrici. Ma essi non sono adatti per tutti i generi di ricerche e specialmente per le misure di alta precisione e vanno di più soggetti a certi difetti derivanti dalla loro speciale costruzione, onde neppure essi si possono considerare come una soluzione della questione.

III.

Dall'insieme di questi studi risulta, che l'uso delle correnti dirette per scopi industriali su vasta scala e nelle grandi città può riuscire pernicioso all'andamento degli istituti fisici. Un laboratorio, dal quale dovessero rimanere escluse le misure elettriche, non meriterebbe più il nome di laboratorio. Si dirà che questi istituti si trasportino in campagna, in luoghi adatti e lungi dalle perturbazioni delle grandi città. Ma ciò non è possibile, perchè essi sono istituti universitari e devono provvedere anche all'insegnamento e non soltanto al progresso scientifico. È quindi giocoforza ricercare tutti quei temperamenti, che possono contribuire a mantenere un sodisfacente connubio della scienza colla pratica.

L'uso delle correnti alternate è completamente scevro dei lamenti inconvenienti e può quindi senza scrupolo ammettersi. Le difficoltà

Biblioteca nazionale centrale di Roma

incominciano coll'uso della corrente diretta. Per il caso più speciale che qui ci interessa, di tramvie elettriche, il filo aereo, con il corrispondente ritorno per le rotaie e per la terra, dovrebbe assolutamente escludersi, almeno quando non si tratti di distanze enormi fra l'Istituto scientifico e la linea tramviaria. All'incontro il sistema con gli accumulatori non offre serie difficoltà, perchè già alla distanza di 30 m. le perturbazioni non sono più sensibili. È vero, che questo sistema porta con se un carico passivo assai notevole, il quale nel caso di salite si fa fortemente sentire. Ma in tutti quei casi, in cui il sistema degli accumulatori o non funziona o funziona male, se si vuole assolutamente ricorrere al filo aereo, bisogna fare un passo più in là e stabilire il sistema del doppio filo, di andata cioè e di ritorno, e con la speciale raccomandazione che i due fili siano possibilmente vicini l'uno all'altro. Con queste precauzioni e con un poco di buona volontà da parte di tutti gli interessati, nutro fiducia che si possa risolvere in modo sodisfacente il grave problema della convivenza degli istituti scientifici colle esigenze e le comodità della vita sociale [1].

[1] In seguito alla presente lettura si tenne in seno al Congresso la discussione riassunta nel verbale della seduta antimeridiana del 19 Settembre 1899.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 61.

SULLE VARIAZIONI SECOLARI
DELL'INCLINAZIONE MAGNETICA NEI TEMPI ANTICHI

Considerazioni e proposte lette
DALL'ON. PROF. PIETRO BLASERNA
AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI
il 19 Settembre 1899.

I.

Le variazioni secolari del magnetismo terrestre si studiano dal secolo decimosesto in poi. Le prime misure della declinazione datano dal principio del sedicesimo secolo; indi vennero quelle riguardanti l'inclinazione, che appartengono alla fine del decimosettimo; più tardi ancora incominciarono le misure sull'intensità magnetica, cioè al principio di questo secolo.

Da queste misure risultò il fatto, che le variazioni secolari, secondo ogni probabilità, hanno il carattere di oscillazioni: questo fatto almeno si osserva nella declinazione magnetica, la quale nel 1814 raggiunse a Parigi un valore massimo per diminuire poi, ed una cosa consimile deve aver avuto luogo anche per l'inclinazione, la quale durante il decimosettimo secolo raggiunse assai probabilmente un massimo, ed ora è in decrescenza.

Ma tali oscillazioni, se realmente esistono come pare, abbracciano un periodo di molti secoli, e le osservazioni che noi abbiamo raccolte da qualche secolo, sono ben lontane dal dare un'idea chiara sull'andamento dell'importante fenomeno in parola. Di tutto ciò che può essere accaduto, in fatto di magnetismo terrestre, nei secoli precedenti ai nostri tre ultimi, non abbiamo avuto fin qui alcuna indicazione, che potesse servire a dilucidare i fatti magnetici avvenuti.

Il dott. Folgheraiter, assistente nell'Istituto fisico romano, è riuscito a trovare un metodo, che almeno per l'inclinazione, e forse un giorno anche per la declinazione, permette di trarre conclusioni interessanti sull'andamento dell'ago magnetico nei secoli storici. Egli ha pubblicato una serie di Note nei " Rendiconti della R. Accademia dei

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Lincei „[1] e più recentemente ne ha dato un sunto complessivo negli " Archives de Genève „,[2] sunto che permette di abbracciare a colpo d'occhio l'entità dei risultati da lui ottenuti. Siccome questi lavori rappresentano non solo i principali risultati delle sue ricerche, ma contengono in sè anche un programma di ulteriori ricerche, che dovrebbero possibilmente eseguirsi in tutte le parti del globo, così io mi permetto di richiamare l'attenzione degli illustri miei colleghi su tale importante questione.

II.

È noto da moltissimo tempo, che i mattoni formati d'argilla e cotti ad alta temperatura (800° almeno) sono fortemente magnetici; basta ricordare in questo riguardo le molte ricerche del compianto prof. Gherardi.[3]

Ma il dott. Folgheraiter ha fatto un passo più in là, ed è riuscito a dimostrare, che la terra cotta in genere non solamente conserva per un tempo indefinitamente lungo il magnetismo, che ha in qualche modo ricevuto, ma lo mantiene come essa lo ha ricevuto per induzione terrestre nel momento della sua cottura, fintanto che rimane nelle condizioni ordinarie di temperatura e d'intensità del campo magnetico ambiente.

La prova, che egli ne diede, è doppia. Risulta da un esame anche superficiale dei singoli mattoni, che costituiscono un antico muro p. e. romano, che essi sono diversamente orientati per rapporto al loro magnetismo. La ragione sta in ciò, che uscendo dalla fornace, ove avvenne la cottura, essi furono collocati alla rinfusa nella costruzione del muro. Se il magnetismo terrestre avesse potuto avere una presa su di loro, coll'andare dei secoli evidentemente un muro antico dovrebbe presentare una magnetizzazione regolare secondo le leggi dell'induzione magnetica. Questo non essendo il caso, bisogna proprio concludere che ciascun mattone ha conservato le condizioni magnetiche individuali, con cui uscì dalla fornace, salvo quelle leggere perturbazioni temporanee, che tutti i magneti subiscono, quando sono posti l'uno accanto all'altro, perturbazioni che rappresentano quantità piccole di secondo ordine, che qui si trascurano.

Una seconda prova il dott. Folgheraiter la vide nel comportamento di vasi di terra cotta raccolti in Arezzo in frantumi e mesco-

---

[1] *Rendiconti R. Acc. Lincei.* Classe Scienze fisiche, ecc. Serie 5.ª, vol. V, 2.° sem. 1896, pag. 66, 127, 199, 242 e 293; idem, vol. VI, 1.° sem. 1897, pag. 64; idem, vol. VIII, 1.° sem. 1899, pag. 69, 121, 176 e 269.

[2] *Archives des sciences phys. et naturelles.* Serie 4.ª, vol. VIII, luglio 1899.

[3] *Nuovo Cimento.* Vol. XVI, 1862, pag. 384 e vol. XVIII, 1863, pag. 108.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

lati alla rinfusa nella terra con altri detriti. Appiccicati insieme colla guida del disegno e della forma, essi presentarono lo stesso fenomeno dei vasi raccolti sani; il che sarebbe impossibile, se i singoli pezzi frantumati non avessero conservato il loro magnetismo dall' epoca della loro magnetizzazione, cioè della loro cottura, in poi.

III.

Ciò posto ne segue, che la distribuzione del magnetismo in un vaso o in un mattone di terra deve dipendere dalla posizione data ad essa nel forno nell'atto della cottura e dalle condizioni del magnetismo terrestre in quello stesso momento.

La prima condizione non si può stabilire per i mattoni, bensì per vasi di forme determinate. Per esempio, un vaso di forma cilindrica non può evidentemente essere stato messo nel forno che in due posizioni sole, cioè coll'asse verticale e poggiante sull'una o sull'altra base; perchè in altra posizione esso si deformerebbe. Lo stesso dicasi di vasi foggiati a doppio cono ed anche di vasi più o meno panciuti. I vasi poi, che hanno soltanto la base piatta e l'orlo superiore più o meno artisticamente foggiato, non ammettono che una posizione sola nella fornace. Per tutti questi vasi rimane però un punto completamente incerto, e cioè la loro posizione per così dire azimutale per rapporto al meridiano geografico o magnetico, che sia. Con tutti questi vasi, studi sulla declinazione magnetica sono perciò impossibili.

La cosa è ben diversa per l' inclinazione magnetica. Per rendersi ragione di ciò, consideriamo alcuni casi semplici. Supponiamo che la inclinazione magnetica fosse di 90°, vale a dire, che l'ago d'inclinazione fosse verticale; un vaso cilindrico cavo collocato colla sua base orizzontale (sola posizione di equilibrio stabile) presenterebbe nella base inferiore su tutto l'orlo un polo *Nord* uniformemente intenso; sull'orlo superiore un polo *Sud* pure egualmente intenso; la sezione neutra sarebbe la mediana orizzontale. Quando dunque si trovasse questo comportamento in un vaso, se ne dovrebbe concludere, che nel momento della sua cottura l' inclinazione era di 90.° Rimarrebbe però il dubbio, se il vaso era collocato sopra un polo *Nord* oppure sopra un polo *Sud*, appunto perchè per un vaso cilindrico ambedue le posizioni sono possibili. Il dubbio può esser tolto con un secondo vaso, appartenente alla medesima epoca storica e di una forma tale, da non ammettere che una sola posizione, come sopra abbiamo esposto.

Prendiamo un secondo caso. Supponiamo, che nel momento della cottura di un vaso cilindrico, l' inclinazione magnetica fosse eguale a 0°. La distribuzione magnetica presenterebbe allora condizioni di-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

verse dalle precedenti; cioè ciascuna base avrebbe un polo *Sud* ed un polo *Nord*, diametralmente opposti e della stessa intensità, e di più sulla stessa verticale i poli dell'una e dell'altra faccia sarebbero identici. La sezione neutra sarebbe un piano verticale passante per l'asse.

Quando infine l'inclinazione avesse un valore intermedio fra 0° e 90°, si ha una sovrapposizione dei due fenomeni tipici ora contemplati, e riesce facile rendersi ragione di ciò che deve avvenire nelle due basi, giacchè la sezione neutrale sarà essa pure obliqua, e cioè in un piano all'incirca perpendicolare all'ago d'inclinazione.

IV.

Per lo studio quindi della inclinazione magnetica si deve operare nel seguente modo: Si devono scegliere vasi, di cui si conosca con sufficiente precisione l'epoca a cui appartengono, e che abbiano possibilmente una forma geometrica. Simili vasi esistono in grandi quantità, appartenenti alla civiltà greca ed etrusca, e basta percorrere le Note pubblicate dal dott. Folgheraiter per persuadersene. Il vaso era coricato coll'asse orizzontale, e con un ago magnetico, munito di specchio per osservazioni con cannocchiale e scala, si esploravano dodici punti possibilmente dell'una e dell'altra base. Dall'insieme delle deviazioni osservate si può con un calcolo sufficientemente esatto dedurre il valore dell'inclinazione. Che tali calcoli fossero portati ad un sufficiente grado di approssimazione, il dott. Folgheraiter l'ha potuto dimostrare col mezzo di vasi da lui preparati e cotti in un apposito forno in diverse posizioni, rinunciando, ben inteso, ad ogni valore artistico dei suoi prodotti. Il volere spingere il calcolo a precisioni esagerate, non avrebbe evidentemente alcun senso: perchè nulla ci prova, che il piano dei forni antichi fosse livellato coi nostri metodi moderni di precisione.

Evidentemente errori di qualche grado rappresentano il limite della precisione, che si può sperare di raggiungere. Ma come si vedrà, anche con questa limitata approssimazione si arriva a conclusioni importanti.

V.

Mercè la liberalità del Governo italiano e la gentile accondiscendenza degli egregi Direttori dei nostri Musei furono esaminati successivamente:

1.° I vasi etruschi del Museo di Villa Giulia in Roma e della Collezione del conte Faina in Orvieto. Dal loro esame risulta, che

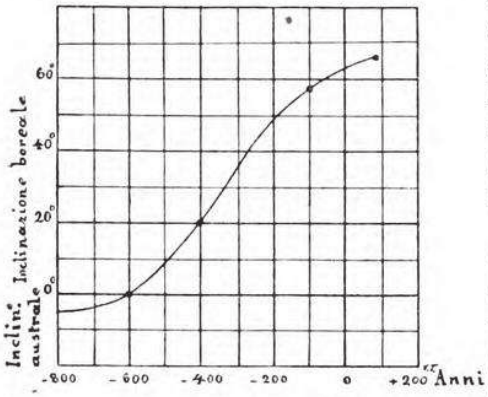
Biblioteca nazionale centrale di Roma

all'VIII secolo a. C. l'inclinazione magnetica nell'Italia centrale aveva un valore assai piccolo, e di più essa era australe: circa due secoli più tardi essa aveva un valore pressochè nullo. Il numero dei vasi esaminati fu di 26.

2.° I vasi attici e corinzii dei Musei nazionali di Firenze, Napoli e Siracusa. Dal loro esame si arriva alle seguenti conclusioni: che nel periodo dei primi vasi corinzii e di quelli attici a figure nere su fondo rosso l'inclinazione era australe (VII secolo a. C.): che poco dopo, forse al principio del VI secolo a. C. l'inclinazione era nulla, e poco dopo divenne boreale: che verso la fine del periodo di fabbricazione dei vasi attici (alla fine del V secolo a. C.) l'inclinazione era circa 20° (boreale). Il numero dei vasi esaminati in queste tre collezioni è di 93.

3.° I vasi etruschi del Museo di Arezzo. Dall'esame di 19 matrici ed urne cinerarie si deduce, che nella prima metà del I secolo a. C. l'inclinazione magnetica aveva in Arezzo press'a poco lo stesso valore che attualmente, cioè circa 58° boreali.

4.° I vasi pompeiani raccolti nel Museo nazionale di Napoli, dai quali si arriva alla conclusione, che poco avanti la distruzione della città di Pompei (79 anni dopo Cristo) l'inclinazione magnetica era all'incirca 66° nelle località, ove quei vasi furono fabbricati. Questo è il valore medio dedotto dalle misure fatte su 34 vasi.



La curva qui unita rappresenta press'a poco e come una prima approssimazione, le variazioni dell'inclinazione nel periodo di nove secoli cioè da 800 anni a. C. fino alla fine del I secolo dell'êra cristiana nell'Italia centrale.

VI.

Le ricerche del dott. Folgheraiter, se abbracciano un periodo storico importante per il nostro paese e per la coltura umana, rappresentano appena un capitolo per lo studio del magnetismo terrestre. Il fatto importante, e che si può considerare oramai come dimostrato, è, che nel sesto secolo avanti l'êra cristiana l'equatore magnetico passava per Roma e l'Italia centrale. Un secondo fatto importante, che

Biblioteca nazionale centrale di Roma

ne è la conseguenza, è che le oscillazioni dell'inclinazione magnetica, se oscillazioni realmente sussistono, sono molto ampie in modo da sconvolgere, per così dire, tutte quante le condizioni del magnetismo terrestre.

Qui sorgono molte altre questioni: cosa è divenuta l'inclinazione magnetica durante tutta l'êra cristiana? E durante queste oscillazioni che cosa ha fatto il polo magnetico? Devesi infine osservare, che l'inclinazione non è che uno dei dati che caratterizzano il magnetismo terrestre: come si è comportata la declinazione?

È evidente, che per rispondere in modo adeguato a queste domande bisogna assolutamente abbracciare altri periodi storici ed altre località. L'Italia, geograficamente parlando, non è che un punto della superficie terrestre, ed è perciò, che ho creduto di richiamare l'attenzione degli illustri Colleghi sulle ricerche del dott. Folgheraiter.

Oltre allo studio dell'inclinazione, che potrebbe e dovrebbe farsi press'a poco nel modo indicato, richiamo l'attenzione sulla possibilità di risolvere anche la questione della declinazione. Un edificio costrutto in mattoni e rimasto distrutto da un incendio in epoca storicamente accertata, offrirebbe il mezzo di determinare non solamente l'inclinazione in quel momento, ma anche la declinazione, perchè i muri non possono avere mutata la loro orientazione geografica. Lo stesso dicasi per fornaci antiche, le quali abbiano cessato di funzionare in epoca conosciuta; perchè esse conservano la magnetizzazione acquistata durante l'ultima operazione.

Quanto più estese saranno queste indagini, tanto più completo riescirà il quadro delle variazioni secolari del magnetismo terrestre. Quando questi studi poi saranno sufficientemente completi, se ne avvantaggerà largamente l'archeologia, per la quale si potrà, con un solo esame magnetico, fissare l'epoca di un vaso in tutti i casi, in cui potesse essere contestata.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

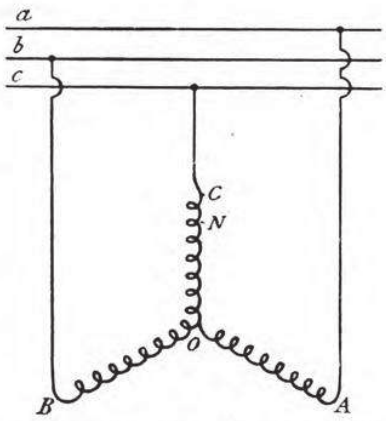
N. 62.

METODI E STRUMENTI DI MISURA
PER SISTEMI TRIFASI
BASATI SOPRA SPECIALI PROPRIETÀ DEI SISTEMI STESSI.

Nota letta
DAL PROF. RICCARDO ARNÒ
AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI
il 19 Settembre 1899.

Siano a, b, c (fig. 1), i tre conduttori di un sistema trifase simmetricamente carico, e, per fissare le idee, si suppongano gli apparecchi utilizzatori collegati mediante concatenamento aperto, come è indicato in OA, OB, OC: e sia O il centro del concatenamento.

Fig. 1



È intanto da osservarsi che considerazioni analoghe a quelle che stanno per seguire, si potrebbero fare per il caso in cui, invece del concatenamento aperto, si volesse prendere a considerare il concatenamento chiuso.

Dal diagramma delle differenze di potenziale OA, OB, OC (figura 2) si deduce: 1.° la differenza di potenziale V fra i punti O ed A è in precedenza di fase di 90° rispetto alla differenza di potenziale V' fra i punti B e C; 2.° la differenza di potenziale V è in precedenza di fase di 60° rispetto alla differenza di potenziale V'' fra i punti B ed O; 3.° la differenza di potenziale V è in precedenza di fase di un angolo compreso fra 90° e 60° rispetto alla differenza di potenziale V_N fra i punti B ed N, ove N è un punto interposto fra C ed O; detto angolo essendo tanto più prossimo a 90° quanto più N è vicino al punto C e tanto più prossimo a 60° quanto più N è vicino

Biblioteca nazionale centrale di Roma

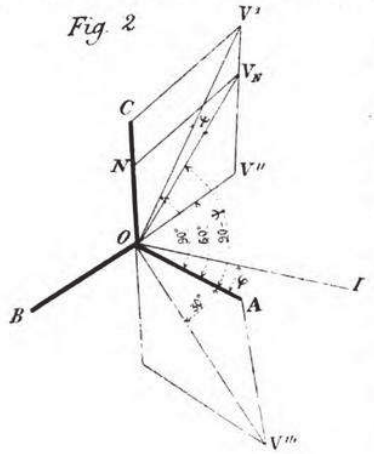
al punto O; 4.° la differenza di potenziale V è in ritardo di fase di 30° rispetto alla differenza di potenziale fra i punti C ed A.

Sopra queste speciali proprietà dei sistemi trifasi si basano alcuni nuovi metodi e strumenti di misura, che passo succintamente a descrivere.

I.

Sia V la differenza di potenziale alternativa efficace esistente fra le estremità di un tratto di circuito $O\,A$ facente parte del concatenamento aperto $O\,A$, $O\,B$, $O\,C$ (fig. 1) e percorso da una corrente alternativa sinusoidale di intensità efficace I; e sia questa corrente in ritardo di fase di un angolo φ rispetto a quella differenza di potenziale.

Fig. 2



Se si inserisce in $O\,A$ la spirale amperometrica di un ordinario wattometro, e se si dispone la spirale voltometrica di quest'ultimo in derivazione rispetto ad $O\,A$, si ha, detta δ la deviazione e K la costante dello strumento:

$$VI\cos\varphi = W = K\,\delta, \quad \ldots\ldots \qquad (1)$$

ove W è la potenza della corrente alternativa su cui si sperimenta. Sarà allora $3\,W$ la potenza totale delle tre correnti nei tre rami $O\,A$, $O\,B$, $O\,C$ del concatenamento considerato.

Si immagini ora che, pur continuando a rimanere la spirale amperometrica del wattometro nel tratto di circuito $O\,A$, la spirale voltometrica dello strumento venga inserita fra i punti B e C. Poichè allora, come è stato ricordato, la differenza di potenziale V fra i punti O ed A è in precedenza di fase di 90° rispetto alla differenza di potenziale V' fra i punti B e C, si ha, osservando che $V' = \sqrt{3}\,V$:

$$\sqrt{3}\,VI\cos(90-\varphi) = \sqrt{3}\,VI\,\mathrm{sen}\,\varphi = K\,\delta', \text{ ossia:}$$

$$VI\,\mathrm{sen}\,\varphi = \frac{K}{\sqrt{3}}\,\delta' \quad \ldots\ldots \qquad (2)$$

Onde, dividendo a membro a membro l'equazione (2) per la (1), si ricava:

$$\mathrm{tang}\,\varphi = \frac{1}{\sqrt{3}}\,\frac{\delta'}{\delta}.$$

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Dunque, trattandosi di sperimentare sopra impianti trifasi simmetricamente carichi, un elettrodinamometro, di cui le due spirali siano l'una amperometrica e l'altra voltometrica, può servire non soltanto come wattometro, ma anche quale misuratore del fattore di potenza, nonchè — supposta costante la differenza di potenziale V — della corrente in quadratura $I \operatorname{sen} \varphi$. E per questa seconda misura, la costante dell'apparecchio sarà uguale a quella del wattometro, divisa per $\sqrt{3}$.

L'istrumento può quindi anche essere munito di due scale, di cui le divisioni dell'una corrispondano ai valori del prodotto $VI \cos \varphi$ e quelle dell'altra ai valori del prodotto $VI \operatorname{sen} \varphi$: la seconda graduazione deducendosi direttamente dalla prima, dividendo per $\sqrt{3}$ i valori corrispondenti alle varie divisioni di questa.

II.

Siano I e I' le intensità efficaci di due correnti alternative sinusoidali e sia φ il valore angolare della differenza di fase fra le dette correnti. Se queste si fanno passare attraverso alle due spirali induttrici di un apparecchio di induzione a campo Ferraris, si ha, detta δ la deviazione che subisce la spirale indotta sotto l'azione del campo Ferraris generato dalle correnti date:

$$II' \operatorname{sen} \varphi = H \delta,$$

ove H è una costante.

E se, delle due spirali induttrici dell'apparecchio a campo Ferraris, l'una è amperometrica e l'altra voltometrica, si ha ancora, detta C una costante e V la differenza di potenziale alternativa efficace esistente fra le estremità della spirale voltometrica:

$$VI \operatorname{sen} (\varphi - \psi) = C \delta,$$

ove ψ rappresenta il ritardo di fase (dovuto all'induttanza della spirale voltometrica) della corrente I', che attraversa la detta spirale, rispetto alla differenza di potenziale fra gli estremi della spirale voltometrica medesima.

Si immagini ora che la spirale amperometrica dell'apparecchio a campo Ferraris venga inserita in uno dei tre conduttori a, b, c, di un sistema trifase, per esempio nel conduttore a (fig. 1); e che la spirale voltometrica sia posta in derivazione fra gli altri due conduttori b e c. Poichè allora, come è stato dianzi ricordato, la differenza di potenziale V fra i punti O ed A è in precedenza di fase di 90° rispetto alla differenza di potenziale V' fra i punti B e C, si ha, detta k una costante:

$$VI \operatorname{sen} (90 - \varphi + \psi) = k \delta.$$

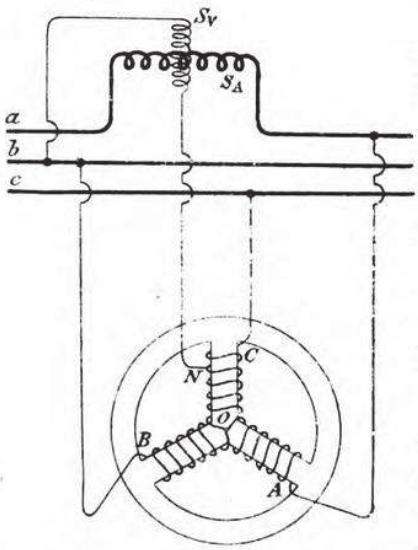
Biblioteca nazionale centrale di Roma

E se, invece di utilizzare la differenza di potenziale V' fra i conduttori b e c, si utilizza la differenza di potenziale V_N fra i punti B ed N del concatenamento $O\,A$, $O\,B$, $O\,C$ — ove N è un punto del ramo $C\,O$ del concatenamento stesso, interposto fra C ed O: tale punto N essendo così scelto che la differenza di potenziale V fra i punti O ed A risulti in precedenza di fase di un angolo uguale a $90° - \psi$, rispetto a V_N — si ha ancora:

$$VI \operatorname{sen}(90 - \psi - \varphi + \psi) = VI \cos\varphi = W = K\,\delta,$$

ove K è una costante e W la potenza della corrente alternativa in uno dei tre rami del concatenamento.

Fig. 3



Praticamente si potrà sempre ricavare il punto N mediante un apposito apparecchio $O\,A$, $O\,B$, $O\,C$ (fig. 3) di piccole dimensioni, costituito come una ordinaria bobina a reazione per sistemi trifasi.

In tali condizioni un apparecchio di induzione a campo Ferraris, nel quale le due spirali induttrici siano rispettivamente una spirale amperometrica ed una spirale voltometrica, può dunque servire come wattometro per la misura esatta della potenza in sistemi trifasi simmetricamente carichi con apparecchi induttivi.

Gli è, invero, da osservarsi che il punto N può essere così scelto che lo spostamento di fase fra V e V_N abbia un valore qualunque compreso fra 90° e 60°: onde ne consegue che l'angolo ψ di spostamento di fase fra V_N ed I' può avere tutti i valori che stanno fra i limiti O e 30°. Considerando quindi questo secondo caso limite, per cui il punto N coinciderebbe col centro O del concatenamento, e conseguentemente la spirale voltometrica dell' apparecchio dovrebbe venire inserita fra i punti B ed O, si verrebbero ad avere tali valori della induttanza L e della resistenza ohmica r della spirale voltometrica, che, per una data frequenza n, avesse a risultare:

$$\frac{2\,\pi\,n\,L}{r} = \operatorname{tang} 30° = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Potendo dunque il rapporto $\frac{2\pi n L}{r}$ avere anche valori relativamente non piccoli - al limite il valore $\frac{1}{\sqrt{3}}$ - ed essendo inoltre necessariamente grande, in quanto che trattasi di spirale voltometrica, il valore della resistenza ohmica r, ne consegue che anche il valore della resistenza induttiva $2\pi n L$, e quindi dell'induttanza L della spirale, potrà essere relativamente non piccola: come necessita perchè sia sufficientemente grande l'intensità del campo magnetico dovuto alla corrente che percorre la spirale voltometrica.

Come per il caso della misura della potenza, anche per la misura del lavoro valgono le considerazioni ora fatte, e risulta essere possibile costruire, secondo il principio ora esposto, un wattorametro a campo Ferraris per la misura esatta del lavoro in impianti trifasi simmetricamente carichi con apparecchi induttivi.

E ciò purchè siano soddisfatte le due condizioni seguenti:

1.° L'induttanza dell'armatura del motorino a campo Ferraris deve essere assai piccola: il che si ottiene dando forma e disposizione conveniente all'armatura stessa e costruendo il wattorametro privo di ferro;

2.° Opponendo alla rotazione dell'armatura una resistenza tale che il lavoro resistente, prescindendo dagli attriti, sia proporzionale al quadrato della velocità di rotazione: tale resistenza potendo molto opportunamente essere quella dovuta alle correnti di Foucault, che si sviluppano in un disco di rame, o di alluminio, trascinato in movimento fra le estremità polari di alcuni magneti.

III.

Ritornando alla considerazione di un ordinario wattometro, di cui la spirale amperometrica sia inserita nel tratto di circuito OA (fig. 1) e di cui la spirale voltometrica e relativa resistenza addizionale venga posta in derivazione fra le estremità di OA, è da osservarsi che la relazione:

$$VI \cos \varphi = K \delta$$

si può scrivere soltanto nel caso in cui sia praticamente trascurabile lo spostamento di fase fra la differenza di potenziale V e la corrente I' nel circuito della spirale voltometrica. Che se, invece, tale differenza di fase non è trascurabile, si dovrà scrivere:

$$VI \cos (\varphi - \theta) = K \delta,$$

ove θ è il valore angolare della differenza di fase medesima.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Si immagini ora che — mentre la spirali amperometrica dell'apparecchio rimane inserita nel conduttore a — la spirale voltometrica dell'apparecchio medesimo venga posta in derivazione, anzichè fra i punti O ed A, fra i punti C ed A: così da avere fra le estremità di questa spirale una differenza di potenziale V''' in precedenza di fase di 30° rispetto alla differenza di potenziale V. Si avrà allora, osservando che $V''' = V\sqrt{3}$:

$$VI\cos(\varphi + 30^\circ - \theta) = \frac{K}{\sqrt{3}}\,\delta.$$

E per il caso particolare in cui venga posta in serie con la spirale voltometrica una resistenza induttiva di tale valore che risulti $\theta = 30^\circ$:

$$VI\cos\varphi = W = \frac{K}{\sqrt{3}}\,\delta,$$

ove W è la potenza della corrente alternativa nel ramo OA del concatenamento considerato.

Si può ancora scrivere:

$$3\,W = K\sqrt{3}\,.\,\delta,$$

e questa è l'espressione della potenza totale delle tre correnti nei tre rami del concatenamento.

Ne consegue che un elettrodinamometro, costrutto come wattometro, ma nel quale la spirale voltometrica abbia tale induttanza e resistenza ohmica da produrre, per una data frequenza, fra la corrente che attraversa la detta spirale e la differenza di potenziale fra le estremità della spirale medesima, lo spostamento di fase di 30°, può servire alla misura esatta della potenza in impianti trifasi simmetricamente carichi con apparecchi induttivi.

Il procedimento descritto vale ancora per la misura esatta dell'energia trasmessa in impianti trifasi simmetricamente carichi con apparecchi induttivi.

Mi riferisco, a titolo di esempio, al caso di un wattorametro Elihu Thomson, che, come è noto, è costituito da una piccola macchina dinamo-elettrica a corrente continua, priva di ferro, della quale la spirale induttrice è inserita in serie nel circuito e l'armatura in derivazione.

Secondo quanto è stato detto, volendo far uso del wattorametro per la misura esatta del lavoro in impianti trifasi simmetricamente carichi con apparecchi induttivi, basterà inserire in serie con l'armatura una resistenza induttiva tale che il rapporto della resistenza induttiva totale alla resistenza ohmica totale del circuito derivato sia uguale a tang 30° = 0,577.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Facendo allora la taratura dello strumento sopra un circuito praticamente privo di induttanza, le indicazioni del medesimo — quando la spirale indutrice sia inserita in OA e l'armatura fra i punti C ed A — moltiplicate per $\sqrt{3}$, daranno i rispettivi valori della totale energia che si tratta di misurare.

Gli è ancora da osservarsi — e ciò costituisce un altro pregio importante del procedimento descritto — che, con l'applicazione del procedimento medesimo, la misura della potenza o del lavoro in un impianto trifase, sempre si effettua, anche quando il carico sia induttivo, mediante l'impiego di un unico wattometro o wattorametro.

Praticamente, per verificare se, come deve essere, la resistenza induttiva e la ohmica del circuito della spirale voltometrica stanno fra di loro nel voluto rapporto, per modo che sia $\theta = 30^o$, basterà fare sul wattometro un'esperienza preliminare con carichi non induttivi, per esempio, con lampade ad incandescenza. Inserendo, in tali condizioni, la detta spirale rispettivamente fra i punti C ed A e fra i punti B ed A, si ha:

$$VI \cos 0 = VI = \frac{K}{\sqrt{3}} \alpha,$$

$$VI \cos 60^o = \frac{1}{2} VI = \frac{K}{\sqrt{3}} \beta,$$

ove si indichino con α e β le indicazioni dell'apparecchio nei due esperimenti.

Dividendo a membro a membro le due equazioni ultimamente scritte, si ricava allora:

$$\alpha = 2\beta.$$

Le indicazioni del wattometro nei due esperimenti debbono dunque stare fra di loro nel rapporto di 1 : 2.

Se invece di un wattometro, si tratta di un wattorametro, si potrà dire analogamente che nei due esperimenti i numeri di giri dell'apparecchio in un determinato tempo debbono stare fra di loro nel rapporto di 1 : 2.

Questa esperienza preliminare ha inoltre ancora lo scopo di servire a scegliere, fra i punti C e B, il punto C, che deve costituire un estremo del circuito derivato della spirale voltometrica.

Tale punto C è, infatti, quello in corrispondenza del quale si ha l'indicazione α doppia di quella β, che si ottiene con la inserzione della spirale voltometrica fra i punti B ed A.

Il procedimento descritto può essere generalizzato. Gli è, invero, da osservarsi che il principio, su cui si basa il procedimento medesimo, enunciato nel suo senso più generale, consiste in quanto segue:

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Dato un sistema trifase simmetricamente carico, si hanno sempre a disposizione delle differenze di potenziale in precedenza di fase di determinati angoli rispetto alla differenza di potenziale V.

Disponendo quindi la spirale voltometrica dell'apparecchio così che fra le sue estremità esista una differenza di potenziale V^{IV}, tale che essa sia, rispetto alla differenza di potenziale V, in precedenza di fase di un angolo ψ uguale a quello di cui la corrente I' nel circuito della spirale voltometrica è (per la necessaria induttanza della spirale stessa) in ritardo rispetto a quella differenza di potenziale: si avrà come conseguenza che le due correnti I e I', che attraversano rispettivamente le due spirali amperometrica e voltometrica del wattometro o del wattorametro, risultano spostate di fase l'una rispetto all'altra esattamente dell'angolo φ. Il quale spostamento di fase è appunto quello, e quello soltanto, causato dagli apparecchi utilizzatori: come è necessario e sufficiente acciocchè il wattometro od il wattorametro possa essere usato quale strumento esatto per misure sopra impianti trifasi con carichi induttivi.

Prima di porre termine, debbo rendere grazie vivissime al Tecnomasio Italiano ed alla Ditta Grimoldi di Milano, che con gentilezza squisita mi fornirono gli apparecchi per gli esperimenti destinati a verificare le mie previsioni. E grazie ancora rivolgo dal cuore agli egregi ingegneri L. Ferraris e Ricciardi, i quali potentemente mi coadiuvarono nella esecuzione degli esperimenti medesimi. I quali, se non sono ancora tali ch' io possa dare dei loro risultati un resoconto completo, certo sono sufficienti a dimostrare l' assoluta praticità dei metodi e strumenti di misura, di cui vengo di esporre il principio.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 63.

CONDENSATORI ELETTTRICI
PER ALTA TENSIONE

Comunicazione fatta
DAL PROF. LUIGI LOMBARDI
AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI
il 19 Settembre 1899.

In un mio precedente lavoro " Sull' impiego dei condensatori nelle trasmissioni di energia elettrica a correnti alternate, e loro costruzione industriale " [1] ho esposto i risultati di ricerche da me istituite ancora nel laboratorio di fisica del Politecnico Federale di Zurigo sopra le proprietà dielettriche di parecchie sostanze, mostrandone la diversa attitudine a sopportare senza considerevole dissipazione di energia tensioni elettriche alternative rilevanti, e quindi la diversa economia d'impiego nella fabbricazione di condensatori. Negli impianti elettrici a correnti alternate si vengono adottando differenze di potenziale ogni giorno più elevate, perchè le trasmissioni di energia si fanno a distanze ogni giorno più grandi; ed ogni giorno meglio si apprezza la convenienza di mettere impianti e trasmissioni in buone condizioni di funzionamento, rendendo minima la differenza di fase tra le correnti generate o trasmesse e le tensioni delle macchine o delle linee. È noto come i condensatori sopperiscono a quest'uopo, dando luogo a correnti la cui fase ha rispetto alla tensione uno spostamento opposto a quello dovuto alla selfinduzione. Ora le correnti di carica alternate di un condensatore sono proporzionali in intensità alla capacità di esso, oltre che alla frequenza, ed alla differenza di potenziale che si mantiene tra le armature. Onde per una parte l'impiego dei condensatori sarà più vantaggioso nei casi dove la frequenza della corrente alternata è più grande, per l'altra la capacità potrà decrescere nella ragione inversa della tensione. Se anche il prezzo di un condensatore cresca sensibilmente come il quadrato della tensione che esso è capace di sopportare, a parità di capacità, è chiaro come

[1] Appendice all'*Annuario del R. Museo Industriale*. Torino, 1899.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

all'aumentare della tensione non aumentano le spese d'impianto se non nella ragione della quantità di energia economizzata.

Supponiamo che si trasmettano 100 K W di energia elettrica mediante corrente alternativa con una frequenza di 50 periodi per 1″ ed una differenza di potenziale efficace di 10.000 volt, ad una distanza di 60 chilometri, con un filo di 5 mm. di diametro. La resistenza sarà circa 100 ohm, e quando la corrente sarà in fase col potenziale, essa avrà un'intensità efficace di 10 ampère, così che darà luogo ad una dissipazione di energia per effetto di Joule di 10 K W.

Se al luogo di utilizzazione sono inseriti molti trasformatori con piccolo carico elettrico secondario, o molti motori asincroni, potrà la fase della corrente differire tanto da quella del potenziale, da richiedere un aumento considerevole nella intensità affinchè resti disponibile la stessa quantità di energia. Se

$$\varphi = 37^\circ, \cos\varphi = 0{,}8 \text{ ed } I = 12.5.$$

In tal caso vengono dissipati nella resistenza della linea 15.6 K W. Per ridurre la corrente di linea in coincidenza di fase colla tensione bisogna assorbire al luogo di consumo una corrente di 7.5 ampère con un avanzo di fase di 90°, e perciò basta inserirvi un condensatore di 2.4 microfarad, supposta per semplicità una variazione periodica delle grandezze elettriche di forma sinusoidale. Un tale condensatore a sua volta dissiperà per imperfetto isolamento ed isteresi elettrostatica una certa quantità di energia; ma se questa non supera $\frac{1}{100}$ o $\frac{2}{100}$ dell'energia apparente che assorbe il condensatore, sarà sempre realizzata un'economia di 4 per cento nella totale energia trasmessa. Se il prezzo dell'apparecchio in tali condizioni pure si elevi a 1000 lire per unità di capacità, è chiaro che la spesa d'impianto sarà ancora completamente rimunerativa.

Se attraverso alla medesima linea la stessa corrente si trasmette con una tensione doppia, corrisponderà ad essa con una energia doppia; a compiere lo stesso ufficio di compensazione basterà un condensatore avente la metà della capacità precedente, ma il prezzo sarà prossimamente raddoppiato, raddoppiandosi necessariamente il volume di dielettrico.

Così si presenta spontanea la domanda: possiamo noi costrurre condensatori capaci di resistere a tensioni di molte migliaia di volt? possiamo noi ottenerli ad un prezzo che non ne renda la convenienza del tutto illusoria? Il problema è per l'elettrotecnico di interesse grande ed immediato, ed alla risoluzione di esso colle mie ricerche precedenti e le attuali ho solo ambito di portare un modesto contributo.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Se si vuol proporzionare direttamente lo spessore dell' isolante alla tensione elettrica che esso deve sopportare, quando questa cresce sopra un certo limite diventano necessari volumi così grandi di dielettrico da rendere poco pratica la costruzione del condensatore. Poichè delle varie sostanze coibenti accade come dell'aria, che la curva della tensione disruptiva in funzione della distanza degli elettrodi si innalza sempre più lentamente quando la distanza cresce, così che nell'aria per esempio tra elettrodi di forma opportuna si possono avere scariche disruptive della lunghezza di

1	2	3	4	5 mm.

mediante differenze di potenziale alternative di

3.300	5.800	7.700	9.300	10.500 volt,

ed attraverso ad eguali spessori di altri dielettrici mediante differenze di potenziale sensibilmente proporzionali alle precedenti. Perciò, se la tensione a cui il condensatore deve funzionare è molto rilevante, conviene di suddividere lo spessore dell' isolante, in modo che alle singole porzioni di esso competa una tensione proporzionalmente minore; conviene cioè di costituire il condensatore mediante tanti condensatori in cascata, dotando ognuno di essi di uno scaricatore di sicurezza, attraverso al quale si possa produrre un arco nell'aria se la tensione tra le armature eccede il limite voluto.

Evidentemente a comporre uno qualunque di questi condensatori gioverà impiegare quella sostanza, della quale le proprietà dielettriche si rivelano migliori. Nella mia memoria citata ho cercato di compendiare i risultati delle ricerche sperimentali caratterizzando gli elementi principali dei diversi isolanti nel modo seguente:

a) la bontà dell' isolamento, indipendentemente dalla tensione a cui il condensatore è destinato, mediante la resistenza riferita all'unità di capacità, la quale risulta semplicemente proporzionale al prodotto della resistenza specifica ϱ per la costante dielettrica μ;

b) la rapidità di polarizzazione, mediante il rapporto tra le capacità apparenti, misurate per lo stesso condensatore con corrente continua e con corrente alternata;

c) la dissipazione di energia per conduttività ohmica ed isteresi elettrostatica, indipendentemente dalla capacità mediante il seno dell'angolo del quale quelle due cause concomitanti e perturbatrici spostano la fase della corrente di carica;

d) l'attitudine a realizzare in dato volume e per data tensione la massima capacità, mediante il prodotto della tensione disruptiva relativa all'aria v_0 per la costante dielettrica μ.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Queste quattro grandezze specifiche sono ordinatamente riportate nella tabella che segue per i sei principali dielettrici da me allora esaminati.

DIELETTRICO	$\varrho\ \mu$	$\frac{C_{cont}}{C_{alt}}$	sen δ	$\mu\ v_0$
Mica	7000	1,007	0,000	42
Ebanite	700	1,021	0,009	35
Paraffina	3000	1,021	0,008	24
Guttaperca	400	1,050	0,042	28
Petrolio	20	1,7	0,014	7
Vetro comune	2	2,3	0,070	29

Poichè l'applicazione dei tre ultimi dielettrici offre inconvenienti sostanziali, a cui nella mia memoria è dettagliatamente accennato, appaiono in teoria nell'ordine loro più conveniente la mica, l'ebanite e la paraffina; a questa si potrebbe per analogia di comportamento paragonare la cera. Ora ragioni di economia escludono assolutamente nella costruzione di condensatori per tensioni molto elevate la mica che ha prezzo elevatissimo, e consigliano l'applicazione della paraffina o di sostanze analoghe, preferibilmente all'ebanite, poichè questa è al pari di esse combustibile, ha un potere isolante molto minore ed un prezzo di gran lunga più elevato.

Restavano da superare le difficoltà di preparazione della paraffina o della cera in lamine sottili di superficie conveniente, ed a questo furono diretti i miei tentativi in questi ultimi mesi. Il loro risultato fu la costruzione del condensatore che ho l'onore di presentare al Congresso, capace di sopportare una tensione alternativa efficace di 10.000 volt, ed i cui elementi furono provati da me ad una tensione tre volte maggiore. Il condensatore è costituito da due sezioni, aventi ciascuna la capacità di 0.05 microfarad, e le cui armature sono connesse ai morsetti posteriori dell'apparecchio. Ognuna si compone di 50 lamine isolanti della superficie di 25×32 cm.^{2}, interposte a fogli di stagnola di 19×26 cm.^{2}.

Così la superficie utilizzata del coibente è in totale di 5 m.^{2} e lo spessore di ogni lamina 1.1 mm.; la costante dielettrica è 2.5. Ogni lamina pesa 84 gr., così che il peso totale compreso l'isolante esterno è di circa 10 kg. Il dielettrico si compone di una miscela di paraffine di diversa qualità, e di altre sostanze destinate ed elevarne la temperatura di fusione ed a rendere le lamine più omogenee.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

I morsetti sono isolati sopra una lastra di marmo, e muniti di scaricatori di sicurezza, la cui forma è perfettamente eguale a quella dei parafulmini ben noti di Siemens. Le connessioni col circuito possono farsi mediante piombi di sicurezza, isolati da guaine di vetro, e destinati ad eliminare ogni pericolo di corto circuito permanente.

Colla disposizione adottata il condensatore può inserirsi egualmente bene colle singole sezioni tra le coppie di fili di una rete bifase a 5000 volt; o colle due sezioni in parallelo in una unica rete della stessa tensione; o colle sezioni medesime in cascata in una rete monofase a 10.000 volt. La capacità utilizzata è nei primi casi 0.10 microfarad; in quest'ultimo naturalmente quattro volte minore.

Il condensatore non ha dunque le dimensioni ed i caratteri di un vero apparecchio industriale, nè io potevo pensare a realizzarne uno di questa natura senza eccedere i mezzi limitati del mio laboratorio. Quale esso è, bastava però perfettamente allo scopo delle mie ricerche, ed a convincermi della possibilità di ottenere con questo metodo capacità comunque grandi, e capaci di resistere a differenze di potenziale comunque elevate.

Accennerò appena alle difficoltà che la modesta costruzione mi ha offerto. Esse furono esclusivamente, ed è naturale, nella confezione delle lamine isolanti. Poichè le difficoltà di ottenere lamine perfettamente uniformi nello spessore e nella struttura crescono molto rapidamente al crescere della superficie ed al diminuire dello spessore.

Ho voluto tentare la fabbricazione su scala relativamente vasta delle lamine di paraffina, trafilandole sotto pressione attraverso ad una luce di forma conveniente. L'ingegnere V. Tedeschi volle cortesemente mettere per questa e le altre prove a mia disposizione il ricco macchinario della sua fabbrica a Torino.

Al cilindro metallico robustissimo di una macchina da filtrare la guttaperca, che ha doppia parete con circolazione di vapore pel riscaldamento, e stantuffo comandato mediante vite perpetua dalla trasmissione principale, venne adattato a perfetta tenuta un robusto fondo di ghisa con una luce diametrale esattamente lavorata di 2 mm. ed un sistema otturatore micrometrico per variarne l'apertura. La paraffina si versò liquida nel cilindro, e si lasciò raffreddare di parecchi gradi sotto la temperatura di fusione, mantenendola però vicino a questa mediante la circolazione di vapore. Per le grandi dimensioni del cilindro, avente 35 cm. di diametro, e per la poca conduttività della sostanza era però molto difficile di ottenere in tutta la massa una temperatura così uniforme da permetterne una elastica deformazione regolare. Così accadeva che le parti più fredde della paraffina opponessero alla compressione una resistenza enorme, mentre le parti

Biblioteca nazionale centrale di Roma

pochissimo più calde acquistavano una friabilità pastosa che ne rendeva la compattezza del tutto insufficiente. E sebbene con apparecchi locali a fiamma di gas si cercasse di tenere la paraffina a conveniente grado di plasticità nell'interno, in immediata contiguità della luce svasata di efflusso, ora accadeva che le cinghie di trasmissione non bastassero a far muovere l'albero della vite perpetua, ed ora che sotto la fortissima pressione improvvisamente spruzzasse un getto di paraffina in parte polverizzata. Che se, con eccezionale diligenza di riscaldamento, si riusciva ad ottenere una lamina di paraffina di una certa estensione, questa non aveva assolutamente tale uniformità da potersi in qualche modo utilizzare pel mio scopo.

La stessa mancanza di plasticità della paraffina, della cera e sostanze analoghe rende altrettanto laboriosa la foggiatura di esse in lastre sottili di qualche estensione mediante il laminatoio. Se la sostanza è fredda, si sgretola sotto la pressione dei cilindri; se questi e quella debolmente si riscaldano, come nelle mie prove era fatto ad una macchina da laminare la guttaperca, dotata di circolazione di vapore, le lamine aderiscono alla superficie metallica, e non possono staccarsene senza deformarsi. Per le stesse ragioni non si può avere risultato migliore cercando di ottenere le lamine sottili per semplice compressione fra superfici metalliche levigate.

Nemmeno si può pensare a ricavarle, tagliandole direttamente da un blocco compatto della sostanza in quistione, perchè oltre alle difficoltà di questa operazione meccanica si incontrerebbero quelle di ottenere prima un masso di conveniente uniformità in causa della grande contrazione che la paraffina subisce all' atto della solidificazione.

Non resta dunque che il metodo diretto di fusione; ma nemmeno questo è certamente scevro di difficoltà. Siccome la paraffina e la cera aderiscono fortemente alla superficie delle pareti, in contatto colle quali esse vennero fuse, occorre una grandissima cautela nel separarle da esse. Se la lamina viene fusa, anzichè tra le due pareti parallele, sopra una lastra sola orizzontale, è indispensabile non solamente che la superficie abbia una pulitura perfetta, ma ancora che essa sia tutta perfettamente piana e livellata, affinchè la lamina prenda uno spessore uniforme.

Le lamine del mio condensatore sono state ricavate così per fusione sopra superfici speculari metalliche, e l'artificio che ne caratterizza la fabbricazione mi ha permesso di rendere tutte le operazioni di livellatura e ripulitura di queste e di separazione delle lamine dielettriche eccezionalmente spedite. Questo artificio che ha, per quanto io posso giudicare, carattere assoluto di originalità, è dal canto suo

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tanto semplice, da potersi applicare su scala comunque vasta, ed io ardisco credere che esso possa costituire la base di un vero nuovo procedimento per la fabbricazione industriale di condensatori per alta tensione. Ragioni di opportunità mi dissuadono dal renderne pubblico il dettaglio, prima di avervi introdotte quelle modificazioni e quei perfezionamenti di cui esso mi appare suscettibile; ma l'esperimento fatto fin d'ora autorizza alcune previsioni di indole economica abbastanza sicure.

La paraffina più pura del commercio può acquistarsi per L. 150 al quintale, ed un condensatore della capacità di 1 microfarad costituito da lamine di 2 mm., sufficienti per una tensione di 10.000 volt, dovrà contenere poco più di due quintali di paraffina. Il costo del materiale greggio, compresa la stagnola per le armature, può quindi computarsi con sufficiente larghezza a 350 lire. Le spese di lavorazione e di montaggio col nuovo processo non eccederanno certamente una somma dello stesso ordine di grandezza poichè un operaio esperto può confezionare senza difficoltà in un giorno parecchi metri quadrati di placche isolanti.

Il valore commerciale dei condensatori a paraffina per unità di capacità sarà dunque largamente contenuto nei limiti che furono accennati precedentemente, al disotto dei quali l'impianto di essi potrà in moltissimi casi essere abbondantemente rimunerativo. Per un condensatore a cera la materia prima costerebbe quasi tre volte tanto; forse sei volte per uno ad ebanite, e per uno a mica incalcolabilmente di più.

Un'obbiezione finale. Resisterà veramente un condensatore di questa natura per un tempo indefinito alla tensione elettrica grande a cui esso è destinato? e sarà la quantità di energia che in esso si disperde veramente all'ordine di grandezza relativamente esiguo che nell'esempio citato fu supposto?

Io ho rifatto nel Laboratorio di Fisica Tecnica del R. Museo Industriale una lunga serie di misure per rispondere a queste domande.

Condensatori della stessa natura di quello esposto, sebbene di capacità minore, furono costrutti da me con lamine di circa 1 mm. di spessore di paraffina pura, di cera vegetale, e della stessa miscela con cui si confezionarono le lamine del condensatore attuale. Essi vennero nei più caldi giorni del mese di luglio assoggettati in modo permanente a tensione alternata, che mediante piccoli trasformatori della casa Siemens, gentilmente fornitimi dalla Società Elettricità Alta Italia, venne successivamente aumentata. Alla massima tensione di 8000 volt, che questi trasformatori mi permisero di conseguire, in uno solo dei condensatori si formò un corto circuito dopo alcuni giorni di funzionamento.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Del condensatore esposto, le cui singole lamine furono provate da me per breve tempo a 16 000 volt, e le sezioni complete durevolmente a 5000 volt, io ho determinato la quantità dispersa di energia fra 70 e 130 volt col metodo dei tre voltometri. Come è noto i risultati di questo sono particolarmente approssimati se le due tensioni, ai morsetti del condensatore ed agli estremi della resistenza senza selfinduzione che è messa in serie con esso, sono dello stesso ordine di grandezza. È indispensabile però fare la misura di queste tensioni con un voltometro elettrostatico, e possibilmente con un voltometro della stessa natura, o, se non si può, con un voltometro a filo esattamente ad essi paragonato fare la lettura contemporanea della tensione risultante. Io ho adoperato per questa voltometri campione di Weston, e per le prime un voltometro multicellulare di Kelvin, che un commutatore a mercurio permetteva di connettere colle due coppie di punti. La resistenza senza selfinduzione era costituita da un gruppo di lampade a incandescenza a doppio filamento della casa Cruto, aventi ognuna una resistenza di circa 2500 ohm. Alle letture attendevano due osservatori. Il valore medio trovato per sen δ è 0.014, a cui corrisponde un ritardo di fase di circa 48′. Nella tabella riportata dalle mie misure precedenti compete alla paraffina un valore di sen $\delta = 0.008$. Però le misure da cui quel valore fu derivato furono eseguite sopra condensatori costrutti per bassa tensione con paraffina molto pura, le cui lamine però erano state ricavate con un metodo di fusione di gran lunga meno perfetto, così che del volume dell'isolante una parte ragguardevole era occupata dall'aria; ora le proprietà di questa si confondono sensibilmente con quelle di un dielettrico perfetto di resistenza infinita, e dove fenomeni di isteresi elettrostatica non hanno esistenza.

Nel condensatore attuale, dove la bontà del dielettrico è stata in parte sacrificata alle necessità costruttive, la dissipazione di energia può essere leggermente maggiore; essa però non è certo tale da diminuire sensibilmente l'economia dell'apparecchio. Avendo questo un volume considerevole, ed il dielettrico un calore specifico assai grande, l'energia convertita in calore in un breve periodo di funzionamento non produce che una variazione molto esigua della temperatura. In un funzionamento permanente la piccola quantità di calore si può con facilità dissipare attraverso alla superficie con un piccolo eccesso della temperatura interna su quella normale, condizione essenziale perchè le proprietà dielettriche non si alterino in modo svantaggioso. Essenziale è che il materiale isolante abbia una composizione ben determinata, e che questa non cambi col tempo per le azioni termiche ed elettriche, come in tutti i condensatori a liquido è finora accaduto con risultato disastroso.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Signori! I problemi più importanti della tecnica non meno di quelli più gravi della scienza hanno in sè difficoltà così complesse da richiedere il concorso di energie molteplici e disparate per la loro soluzione. Dei pazienti che si affaticano ad essa molte volte i primi non fanno che appianare la via ad altri più fortunati o valorosi.

Il problema della costruzione di condensatori per alta tensione è stato tentato da costruttori abilissimi, e tuttavia l'industria ne attende ancora una soluzione che risponda veramente ai suoi bisogni; essa probabilmente non l'avrà senza ricerche ulteriori di studiosi e prove tenaci degli industriali. È lontana da me l'idea che il nuovo condensatore nella forma attuale costituisca un apparecchio perfetto. Ma perchè esso ha in sè molti elementi di perfettibilità, oltre a quelli indiscutibili di praticità, io ho l'ambizione di credere che esso segni ancora un piccolo passo verso la meta che si promette feconda, e coronerà altri tentativi coraggiosi.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 64.

SULLA TRASFORMAZIONE
DELLA CORRENTE ALTERNATA IN CONTINUA
MEDIANTE ASSORBIMENTO ATTRAVERSO UN LIQUIDO

Comunicazione

FATTA DAL PROF. A. BATTELLI

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

il 19 Settembre 1899.

Quasi contemporaneamente Pollak e Graetz proponevano, due anni or sono, di convertire le correnti alternate in continue, profittando delle proprietà di polarizzazione dell'alluminio nei voltametri.

La proposta non ha avuto però successo nella pratica, perchè non si è riusciti ancora a ottenere il raddrizzamento delle correnti alternate per cotesta via, se non quando il numero delle alternanze è piccolissimo.

In collaborazione col Sig. Bellina, ho ripreso lo studio dei voltametri ad alluminio, giungendo fortunatamente a risultati, che avvicinano il problema alla soluzione pratica. Li riferirò qui brevissimamente.

1.° Variando la specie delle soluzioni nel vaso elettrolitico, ne abbiamo composta una così efficace, che offre totale impedimento nel senso critico ad una corrente, la cui forza elettromotrice sia di circa 65 volta.

2.° Le lastre immerse in cotesto elettrolito hanno bisogno di una preparazione, perchè l'apparecchio raggiunga il suo massimo effetto. Allora nel senso critico vengono totalmente impedite anche correnti, che abbiano la brevissima durata di $\frac{1}{50}$ di secondo.

3.° Facendo passare, attraverso a uno di tali apparecchi, una corrente resa alternata per mezzo di un commutatore mosso da un motorino elettrico, la corrente stessa viene trattenuta nel senso critico fino a che le alternanze hanno raggiunto il numero di circa *40*.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

4.° Il rendimento dell'apparecchio non cambia sensibilmente con la distanza degli elettrodi, ma cambia con la loro superficie, e precisamente il rendimento stesso aumenta col diminuire della superficie d'alluminio. Quando però questa superficie è divenuta troppo piccola, per es. la lastra è ridotta ad un filo, il fenomeno diviene assolutamente incostante. Il massimo effetto, mantenendo il fenomeno costante, si ha quando la superficie è di circa 1 cm.^{2} per ogni $^3/_{100}$ di ampère.

5.° Perchè le lastre durino lungamente, mantenendo costante il fenomeno, è necessario che le lastre siano totalmente immerse e siano discoste dal fondo del vaso, per impedire su di esse depositi estranei che altererebbero il buon funzionamento.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 65.

STUDI ED ESPERIMENTI
SULLA TRASFORMAZIONE
DELLA
CORRENTE TRIFASE IN MONOFASE

Lettura fatta

DAL PROF. GUIDO GRASSI

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI
il 19 Settembre 1899.

In una lettura all'assemblea generale della Associazione Elettrotecnica il 24 ottobre 1897 comunicai i risultati di alcuni studi fatti su di un apparecchio ideato dalla casa Schuckert e C. di Norimberga per trasformare la corrente polifase in monofase. Con quel primo lavoro cercai di mostrare che la disposizione Schuckert non è razionale, ed esposi quindi i risultati di alcune esperienze dalle quali appariva chiaramente che quell'apparecchio realmente non funziona in modo da poter essere applicato in pratica, poichè dà un effetto utile scarsissimo e un rendimento assai basso, consuma molta energia a vuoto e non regola la tensione nel secondario.

Nello stesso tempo indicai una disposizione di circuiti applicata ad un trasformatore trifase, per mezzo della quale avevo ottenuto dei risultati assai più soddisfacenti, tanto da sperare che il nuovo trasformatore potesse anche avere una utilità pratica.

D'allora proseguii gli studi, e a più riprese ebbi occasione di eseguire esperimenti, i cui risultati mi sembrano abbastanza interessanti da meritare che io ne intrattenga per poco il Congresso; anche per mantenere la promessa fatta alla fine di quella prima comunicazione.

Il trasformatore studiato ha la forma precisa di quello già descritto, cioè di un trasformatore trifase a nuclei diritti, paralleli, situati in un medesimo piano. Le lamiere sono tagliate a forma di  e i tre nuclei son riuniti superiormente da una traversa, pure formata di lamiere, sempre isolate per mezzo di sottile carta laccata.

La lunghezza dei nuclei è 25 cm.; la sezione quadrata col lato di 5 cm. Sui tre nuclei vi sono tre spirali primarie da 315 spire, che

Biblioteca nazionale centrale di Roma

formano due strati; sul nucleo centrale una seconda spirale primaria di altre 315 spire.

Ogni nucleo porta due spirali secondarie. Una di queste è divisa in 6 gruppi di spire che mettono capo ad altrettanti contatti metallici fissati su di una tavoletta, con un corsoio che permette di far variare il numero di spire inserite nel circuito. Questa disposizione servì a sperimentare l'apparecchio con diverse combinazioni dei numeri di spire secondarie sui tre nuclei. Il numero minimo di spire era 77 e il massimo 152 per ciascun nucleo.

Chiamerò I, II, III le tre spirali primarie, intendendo che la II corrisponde al nucleo di mezzo; A, B, C le tre secondarie, nel medesimo ordine.

Le tre spirali primarie vengono alimentate in due modi dai tre fili di linea, che ricevono la corrente da un alternatore trifase Thury, a ferro rotante.

Chiamerò *disposizione prima* quelle in cui la spirale II ha un numero di spire doppio cioè 630, e la corrente II è invertita. È questa la disposizione che dai primi studi sembrava dare il miglior effetto.

Dirò poi *disposizione seconda* quella in cui le tre spirali primarie hanno egual numero di spire, cioè 315, e non vi è inversione della corrente II; in altre parole i primari sono alimentati come in un ordinario trasformatore trifase.

Le spirali secondarie son riunite in serie, formando un solo circuito; però la C sempre in senso contrario della A.

Disposizione prima. — In una prima serie di esperimenti colla disposizione prima, misuravo il lavoro primario con un wattometro e nello stesso tempo le tre correnti primarie con tre amperometri.

Nelle successive prove facevo variare il numero delle spire secondarie sui tre nuclei, in modo da ottenere combinazioni diverse. Il circuito era chiuso su di una resistenza liquida e ogni volta si misurava la corrente e la differenza di potenziale ai morsetti del secondario.

Misuravo nello stesso tempo anche le tensioni tra i fili di linea, e quelle corrispondenti a ciascuna spirale primaria.

La resistenza di ciascuna spirale primaria è di 1,4 ohm, e quella di una spirale secondaria circa 0,09.

La tensione di linea si manteneva fra 110 e 120 Volt. Il secondario era caricato in modo da ottenere una corrente monofase compresa quasi sempre fra 4 e 6 Amp. Qualche volta si giungeva anche a 7 e 8. La tensione ai poli del secondario variò da un minimo di 33 V. a un massimo di 44 V.

I risultati più importanti di queste prove si riassumono come segue:

1.° Le intensità efficaci delle correnti primarie sono tali che una è sempre eguale alla somma delle altre due, e propriamente la I

Biblioteca nazionale centrale di Roma

è eguale a II + III se il secondario B è inserito in modo che la corrente vi circola nella stessa direzione come nella spirale A; ed invece la III è uguale a I + II se il secondario B è inserito in direzione contraria. Però la ripartizione dei tre valori delle correnti primarie è assai variabile, e dipende dal modo come sono ripartite le spire secondarie sui tre nuclei.

2.° Le tensioni primarie hanno valori diversi; quella del circuito II sempre molto superiore alle altre due e quasi eguale alla loro somma; mentre le tensioni I e III differiscono poco fra loro. Tali tensioni s' intendono misurate fra il morsetto d'entrata di ciascun primario e il centro della stella dove si riuniscono i tre primari.

3.° L'energia assorbita dai tre primari è pure ripartita diversamente, variando tale ripartizione a seconda di quella delle spire secondarie. Quando i tre secondari hanno egual numero di spire, l'energia assorbita da uno dei primari è eguale alla somma delle altre due.

4.° Il rapporto di trasformazione, cioè il rapporto fra la tensione di linea e la tensione secondaria è minore del rapporto fra il numero totale di spire primarie e il numero totale di spire secondarie. Nel trasformatore sperimentato le spire primarie essendo circa 4 volte quelle secondarie, il rapporto fra le tensioni era assai prossimamente eguale a 3.

5.° Il rendimento, calcolato facendo il rapporto fra tutta l'energia raccolta nel secondario e tutta quella fornita ai primari, risultò un po' variabile a seconda delle combinazioni delle spire secondarie. Il valor minimo fu 0,83 e il massimo 0,88. Tenendo conto dell' energia assorbita per effetto Joule nel primario, il valore del rendimento risultò notevolmente superiore a 0,9, e raggiunse anche valori fra 0,94 e 0,95.

Conviene spiegare subito quest'ultimo fatto. La variabilità del rendimento dipende in parte dalla circostanza che la perdita per effetto Joule nei primari non conserva sempre l'eguale proporzione colle altre perdite, poichè essa dipende dalla ripartizione delle correnti primarie. Queste sono variamente sfasate rispetto alle f. e. m. cosicchè ad una eguale quantità di energia fornita ai primari corrispondono intensità maggiori o minori a seconda della ripartizione delle spire secondarie sui tre nuclei.

Quanto al valore assoluto del rendimento, che può sembrare alquanto basso, rispetto a quello degli ordinari trasformatori, debbo osservare che nel costruire il mio trasformatore io non potevo assegnarne le dimensioni più convenienti per ottenere un alto rendimento, anzitutto perchè non conoscevo le proprietà dell'apparecchio e poi

Biblioteca nazionale centrale di Roma

perchè desideravo che l'apparecchio stesso si prestasse a ripetere gli esperimenti con diverse combinazioni e disposizioni di circuiti. Esso riuscì infatti con nuclei di massa esagerata rispetto agli avvolgimenti. Inoltre per eseguir bene le misure cogli strumenti che avevo a disposizione, dovetti sempre caricare il secondario assai più di quanto avrebbe comportato la resistenza propria dell'avvolgimento. Il rapporto fra la resistenza esterna e quella interna del secondario fu al massimo di 24 e scese spesso a 15 e anche a 12; mentre con carico normale questo rapporto non dovrebbe essere mai minore di 40. Il secondario dunque era eccessivamente caricato.

Si aggiunga che la frequenza della corrente era di circa 100, e lo spessore delle lamiere non inferiore a 0,05 cm. Perciò anche le perdite per isteresi e per correnti parassite, essendo grande il volume del ferro, non erano affatto trascurabili, quantunque il valore massimo dell'induzione sia risultato piuttosto basso.

Il rendimento trovato in tali condizioni si può adunque ritenere ottimo.

Le misure fatte delle forze elettromotrici applicate e delle tensioni agli estremi dei primari, permettono di stabilire le fasi di queste ultime.

Qualunque sia l'unione dei secondari, la caduta di potenziale lungo il primario II è sempre eguale pressapoco alla somma delle altre due. Queste ultime variano nella loro grandezza relativa a seconda del modo di unione delle spire secondarie.

Per riconoscere come si trovano queste tre differenze di potenziale rispetto alle loro fasi, basta costruire un diagramma in cui siano rappresentate le dette tensioni con tre segmenti proporzionali, che partono da un centro unico e colle tre estremità formanti i vertici di un triangolo equilatero.

Se si conosce la tensione della linea si costruisce il triangolo equilatero che ha per lato questa tensione, e dai vertici i tre segmenti, proporzionali alle tre tensioni primarie, che devono incontrarsi in un punto. Ciò non si verifica esattamente, per gli inevitabili errori di misura, e bisogna correggere un po' i valori trovati.

Ma si può partire dai valori delle tre tensioni primarie e trovare graficamente quello della tensione di linea. È il problema di costruire un triangolo equilatero che abbia i vertici su tre circonferenze concentriche: problema solubile solo quando la maggiore delle circonferenze abbia il raggio eguale o inferiore alla somma degli altri due.

Nel nostro caso i tre raggi sono le tre tensioni primarie, che chiamerò a, b e c, mentre le tensioni di linea sono tutte eguali a un dato valore V e sono sfasate di 120° fra loro.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Le tre V devono risultare dalle somme vettoriali di due delle tensioni a, b, c, prendendone la seconda col segno invertito, cioè:

$$V_1 = a - b$$
$$V_2 = b - c$$
$$V_3 = c - a.$$

Anzitutto, essendo date a, b, c, si cerca il valore di V; ciò che si può fare geometricamente, con una nota costruzione, ovvero colla formola seguente, che risolve analiticamente il problema:

$$V^4 - (a^2 + b^2 + c^2)\, V^2 + (a^4 + b^4 + c^4 - a^2 b^2 - a^2 c^2 - b^2 c^2) = 0.$$

Nel caso che sia $b = a + c$:

$$V = \sqrt{a^2 + c^2 + a\,c},$$

e nel caso che $a = c$, e $b = 2\,a$,

$$V = a\sqrt{3}.$$

Trovato il valore di V si prenda $O\,A = a$ e si costruisca il triangolo $O\,A\,M$ con $O\,M = V$ e $A\,M = b$. La $O\,B$ parallela ed eguale ad $M\,A$ rappresenta in fase e grandezza la b; poichè la $O\,M = V$ è la risultante di a e della b invertita.

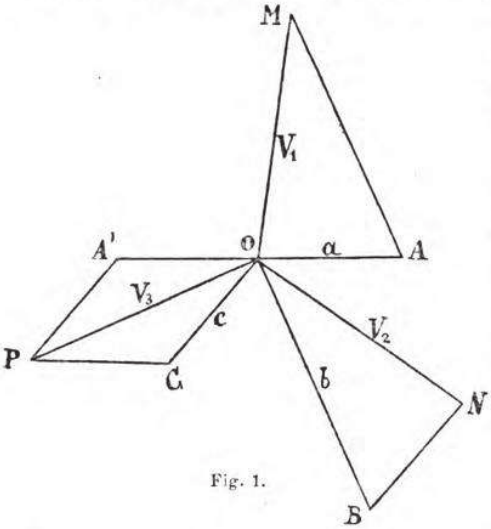


Fig. 1.

Sulla $O\,B$ si costruisca il triangolo $O\,B\,N$ con $O\,N = V$ e $B\,N = c$. La $O\,C$ parallela ed eguale a $B\,N$ rappresenta in fase e grandezza la c.

Se ora si compongono $O\,C$ colla $O\,A'$ eguale ed opposta ad $O\,A$, si ottiene $O\,P$ che è pure $= V$.

Le a, b, c risultano spostate fra loro successivamente di un angolo che è sempre minore di un retto. Fra a e c vi è una differenza poco diversa da 120°, e b ha una fase intermedia.

Invece, delle tre intensità, come dissi, due hanno la medesima fase, e la terza ha la fase opposta, e propriamente la corrente I ha la fase opposta a quelle, concordi fra loro, delle correnti II e III.

Dalle misure col wattometro si desumono gli spostamenti delle tre correnti rispetto alle tensioni, e quindi si può riscontrare nel diagramma che le correnti si compongono veramente nel modo anzidetto.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Le correnti adunque non possono essere tutte in ritardo rispetto alle tensioni corrispondenti, ma qualcuna di esse deve essere spostata in avanzo.

Prima però di stabilire con maggior precisione le condizioni dei vari elementi, per non estendere inutilmente lo studio a tutte le combinazioni dei secondari, io mi son chiesto se non vi fosse una combinazione da preferirsi alle altre, come più vantaggiosa in pratica.

Osservai che, nelle diverse disposizioni, insieme colla ripartizione delle tre correnti primarie varia anche il rendimento. Evidentemente ciò può dipendere da variazioni negli spostamenti, che fanno aumentare o diminuire le correnti in quadratura e quindi la somma totale di corrente, ma vi influisce anche direttamente la ripartizione della corrente, che, pur rimanendo costante la somma, fa variare la perdita per effetto termico.

In generale, siano $i_1\ i_2\ i_3$ le tre correnti, di cui $i_1 = i_2 + i_3$, e la somma sia:

$$I = i_1 + i_2 + i_3,$$

che si può scrivere anche

$$I = 2\,(i_2 + i_3).$$

Se le resistenze dei tre circuiti sono $R_1\ R_2\ R_3$, la perdita nel primo di essi sarà:

$$R_1\, i_1^2 = R_1 \frac{I^2}{4},$$

indipendente dalla ripartizione delle correnti. Il rimanente della perdita è:

$$R_2\, i_2^2 + R_3\, i_3^2,$$

che si può scrivere

$$R_2\left(\frac{I}{2} - i_3\right)^2 + R_3\, i_3^2.$$

La condizione del minimo si ha per

$$i_3 = \frac{I}{2}\,\frac{R_2}{R_2 + R_3}.$$

Se le resistenze dei due circuiti II e III sono eguali, si ha:

$$i_3 = \frac{I}{4} \quad i_2 = \frac{I}{4} \quad i_1 = \frac{I}{2},$$

cioè le correnti i_2 e i_3 sono eguali fra loro e le tre correnti sono nel rapporto 2 : 1 : 1.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Nel trasformatore da me sperimentato il circuito II ha resistenza doppia degli altri. La formola precedente darebbe:

$$i_3 = \frac{I}{3},$$

e quindi:

$$i_2 = \frac{I}{6} \quad i_1 = \frac{I}{2}.$$

La condizione per ridurre minima la perdita sarebbe che le correnti fossero nel rapporto 3 : 1 : 2.

Però nell'uso del trasformatore, importa di considerare anche la perdita lungo la linea primaria, che si deve supporre di resistenza anche maggiore di quella del trasformatore.

Il circuito I è sempre percorso da una intensità eguale alla metà della somma totale, e dovrà quindi avere una sezione corrispondente, tanto nella linea quanto nel trasformatore.

Per gli altri due fili di linea, se si pone la condizione che abbiano sezioni proporzionali alle rispettive correnti, la ripartizione di queste non influisce sulla perdita, ed è quindi naturale attenersi a sezioni eguali. Con ciò si viene ad adottare la ripartizione delle correnti nel rapporto 2 : 1 : 1, e i circuiti II e III del trasformatore si dovrebbero costruire con fili d'egual sezione.

Osservo subito che la perdita nel trasformatore in queste condizioni è poco superiore a quella che si avrebbe colla ripartizione 3 : 1 : 2; ed anche a quella che corrisponde al caso limite in cui fosse ridotta al minimo la corrente II.

Ma la disposizione adottata dà luogo ad altri vantaggi. Le spire secondarie sono meglio utilizzate, poichè ad un egual numero totale di spine corrisponde una f. e. m. più elevata. La somma delle correnti primarie è minore, a pari energia raccolta nel secondario. I flussi magnetici nelle tre branche del nucleo si riducono eguali, come si riconosce dalla proporzionalità delle f. e. m. coi numeri di spire, ciò che rende più semplice la costruzione, potendosi dare eguale sezione ai tre nuclei.

Si ottiene la detta ripartizione delle correnti primarie col dare alle spirali secondarie A e C numeri di spire nel rapporto 3 : 2 ed alla spirale B un numero di spire intermedio.

Allora si ha quasi esattamente $i_2 = i_3$ e $i_1 = 2\, i_2$. Le tensioni primarie a e c sono quasi eguali; la a poco minore di c. La tensione b è di poco inferiore alla somma delle altre due. Le tre tensioni sono spostate fra loro successivamente di 60° circa.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Se le a e c sono eguali, e $b = a + c$, la costruzione del diagramma è semplicissima e serve a tener presente le relazioni di grandezza e di fase dei vari elementi. Basta inscrivere un triangolo equilatero PMN in un circolo di diametro b. Il lato del triangolo è la tensione V fra due fili di linea; il diametro PO e le corde OM e ON, che vanno agli altri due vertici del triangolo, sono le tre tensioni b, a, c, rappresentate in grandezza e fase. Evidentemente gli angoli MOP e PON sono di 60°.

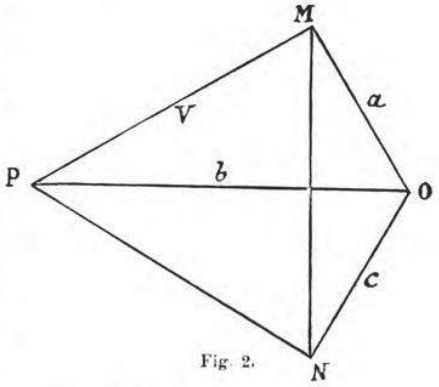


Fig. 2.

L'energia assorbita dai tre primari è ripartita in modo che nel circuito I è circa il doppio che nel circuito II. Nel III ha un valore intermedio. Le prime esperienze non mi diedero un risultato ben sicuro; ma vedremo poi che i tre lavori primari stanno quasi esattamente nel rapporto $2:1:\sqrt{2}$.

Finalmente con questa disposizione dei secondari si ottiene un rendimento alquanto più elevato che con tutte le altre; ciò che dimostra essere minore lo sfasamento delle correnti.

Sperimentai nello stesso modo la *disposizione seconda* nella quale i tre primari hanno ugual numero di spire.

I risultati sono simili ai precedenti.

1.° Le tre correnti primarie hanno intensità efficaci ripartite in modo che una è sempre la somma delle altre due. E propriamente la I è la somma delle II e III quando il secondario B è invertito rispetto ad A; e invece la somma di I e II è uguale a III quando il secondario B ha la stessa direzione di avvolgimento come A.

2.° Le tre tensioni primarie son diverse fra loro, quando il secondario è caricato; in generale ve n'è due quasi eguali e la terza con un valore notevolmente minore. Quest'ultimo si osserva nel circuito I o nel circuito II secondo che l'avvolgimento secondario B è concorde o contrario a quello di A.

3.° L'energia assorbita dai tre primari è ripartita in proporzioni molto variabili; spesso in uno dei primari è piccolissima.

4.° Il rapporto di trasformazione è molto prossimo al rapporto tra i numeri di spire primarie e secondarie.

5.° Il rendimento si mantiene all'incirca dello stesso ordine di grandezza, come colla *disposizione prima*.

Anche con questa disposizione seconda ricercai quale era la ripar-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tizione delle spire secondarie per avere due correnti primarie uguali fra loro. Ciò si ottiene con una ripartizione pressapoco simile a quella che dà lo stesso risultato colla disposizione prima, cioè con numeri di spire nel rapporto 2 a 3 sui nuclei A e C e un numero intermedio in B.

Colla *disposizione seconda* vi è un maggiore spostamento di fase delle correnti primarie rispetto alle tensioni. Due delle tre correnti hanno egual fase e la terza è in opposizione. Se si costruisce il diagramma delle tre tensioni, cioè tre segmenti che partono da un centro comune e terminano ai vertici di un triangolo equilatero, si vede subito che i tre segmenti risultano disposti in modo da presentare spostamenti di 100°, 125 e 135° circa.

La corrente i_3 deve essere in opposizione alle i_1 e i_2 ed essendo la III spostata di circa 40° rispetto a c, come risulta dall'esperienza, ne viene di conseguenza che delle altre due correnti una è quasi in quadratura colla f. e. m. Lo sfasamento eccessivo delle correnti dà luogo a soverchia perdita di energia per effetto termico, non solo in alcuni primari, ma anche nelle linee corrispondenti che devono portare quelle correnti al trasformatore.

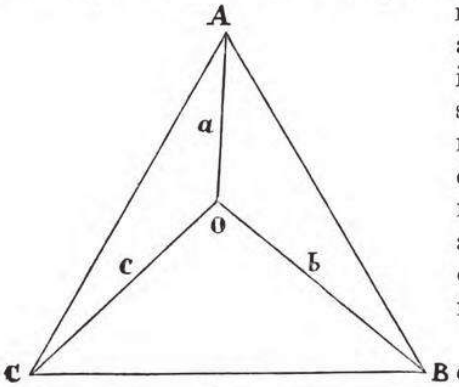


Fig. 3.

Un'altra serie di prove ho eseguito con un grosso trasformatore da circa 12 chilowatt, che gentilmente i sigg. Brioschi e Finzi misero a mia disposizione nella loro ben nota officina di costruzione in Milano, insieme coi mezzi occorrenti per fare gli esperimenti; di che mi piace esprimere a quegli egregi signori la mia viva riconoscenza.

Il trasformatore era a tre nuclei diritti, dello stesso tipo di quello già da me sperimentato. Il rapporto di trasformazione però era assai basso. I rocchetti che servivano a formare i circuiti primari e secondari erano di poche spire, e potei fare le prove soltanto colle seguenti combinazioni.

Colla *disposizione prima*, le spire primarie sui tre nuclei erano:

62 124 62.

Colla *disposizione seconda*,

93 93 93.

Il secondario era formato quasi sempre da 62 spire per ogni nucleo.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

In queste prove mi dovetti limitare a misurare le intensità delle correnti e le differenze di potenziale. Non potei far misure di energia. Però la proprietà già enunciata in riguardo alla ripartizione delle correnti e delle tensioni si riscontrarono esattamente. Ammettendo quindi gli spostamenti eguali a quelli trovati nelle prove antecedenti, si riconosce che il rendimento deve essere buono.

Un risultato importante di queste prove eseguite su di un apparecchio, che per le sue dimensioni aveva un carattere veramente industriale, è che l'effetto utile raggiunto nel trasformare la corrente trifase in monofase fu precisamente quello pel quale il trasformatore era costruito come trifase. Noto questo fatto, perchè la disposizione Schuckert, colla quale si voleva appunto ricavare da un trasformatore trifase un'unica corrente secondaria, partendo dal principio di creare un campo rotante, dà un effetto utile molto scarso, e con un rendimento così basso che non è affatto il caso di pensare a farne una applicazione industriale.

Per proseguire lo studio dell'applicazione del trasformatore feci costruire altri due trasformatori simili al precedente, dando ai secondari il numero di spire che avevo già riconosciuto come opportuno per ottenere un buon rendimento. Scelsi la disposizione seguente:

Primario	I	spire	315
„	II	„	315 + 315
„	III	„	315
Secondario	*A*	„	112
„	*B*	„	100
„	*C*	„	76.

Disposi i tre trasformatori in derivazione sulla medesima linea, permutando le comunicazioni; cioè il 1.° filo di linea era unito

al primario	I	del	1.°	trasformatore
„	II	„	2.°	„
„	III	„	3.°	„

il 2.° filo di linea

al primario	II	del	1.°	trasformatore
„	III	„	2.°	„
„	I	„	3.°	„

e il 3.° filo di linea

al primario	III	del	1.°	trasformatore
„	I	„	2.°	„
„	II	„	3.°	„

I tre secondari di ciascun trasformatore erano riuniti nell'ordine $A + B - C$, e il circuito era chiuso su di una resistenza liquida.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Feci anzitutto una serie di osservazioni, misurando le correnti nei tre primari di ciascun trasformatore e così mi assicurai che veramente si avevano sempre le tre correnti nel rapporto 2 : 1 : 1 con grande approssimazione.

La corrente di linea aveva sempre il valore eguale alla somma delle I e II. Ciò dimostra che le tre correnti in cui si ripartisce una corrente di linea sono spostate di 60° fra loro, e propriamente le due correnti eguali ad 1 spostate di 120° si compongono in una corrente pure eguale ad 1 e in fase colla terza eguale a 2.

Misuravo quindi le tensioni tra i fili di linea e queste si mantennero sempre eguali fra loro.

Le tensioni primarie di ciascun trasformatore erano sempre nel rapporto già trovato, cioè la I e la III quasi eguali fra loro e la II poco inferiore alla loro somma. Ecco, ad esempio, alcuni valori osservati:

	Tensione I	II	III
1.° trasformatore	67,0	135,5	70,0
2.° "	66,6	135,0	70,0
3.° "	67,0	136,2	71,6

I lavori assorbiti dai singoli primari, misurati per mezzo di un wattometro, sono ripartiti in proporzione un po' variabile a seconda del carico. Però notai che si mantengono pressapoco nel rapporto 14 : 7 : 10 rispettivamente nelle spirali I, II e III. È singolare che questo rapporto è quello dei numeri 2, 1, $\sqrt{2}$. Ciò accade quando i tre secondari sono caricati ugualmente.

Dati i valori delle tensioni, delle intensità e dei lavori, si possono calcolare gli spostamenti delle correnti.

Ad esempio, in un esperimento, risultò che la corrente I era spostata di 37° a 38°, la II di 68° a 69° e la III di 9° a 10°. I valori di cos φ sono in questo caso

0,79 0,37 0,98

è dunque la corrente II che dà la maggior perdita; però bisogna ricordare che essa è soltanto $^1/_4$ della corrente totale.

Il rendimento del sistema formato dai tre trasformatori è sempre molto elevato. Esso risultò sempre compreso fra 0,92 e 0,93 tenendo conto di tutta l'energia somministrata ai primari, cioè senza dedurne la perdita per effetto Joule. E convien ricordare che il primario I essendo formato con filo d'egual sezione degli altri, la sua resistenza era il doppio di quella che avrebbe dovuto essere.

Le stesse prove furono ripetute colla *disposizione seconda* dei primari, e cogli stessi secondari.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Le tensioni primarie in questo caso erano quasi eguali nei circuiti II e III e molto minore in I. Ecco, ad esempio, i valori osservati in una delle prove

	Tensione I	II	III	V
1.° trasformatore	50	75	69	110
2.° "	49	74	70	110
3.° "	51	73,5	68	110
1.° "	51,3	87	81,5	125
2.° "	50	86,5	83,6	125
3.° "	51,3	89	81	125

Le correnti primarie sono per ciascun trasformatore nel rapporto 1 : 1 : 2 con molta approssimazione.

Caricando quasi ugualmente i tre secondari, le correnti nei tre fili di linea si mantengono quasi uguali fra loro.

Il rendimento del sistema è sempre elevato. Anche qui però si osserva costantemente una piccola differenza in meno rispetto a quello che si ottiene colla disposizione prima. Siccome le differenze son piccole e fra le varie prove eseguite anche con una medesima disposizione si notano spesso differenze dello stesso ordine, non posso affermare con sicurezza che la *seconda* disposizione risulti da queste prove meno vantaggiosa della *prima* in riguardo al rendimento. Ma la considerazione che le correnti II e III sono spostate di 40° dalle rispettive f. e. m., e la I è quasi tutta in quadratura, rendono molto probabile che il rendimento sia un po' più basso.

Ciò che sempre ho riscontrato è che nei fili di linea le correnti sono quasi in perfetta concordanza di fase colle f. e. m. Infatti calcolando il lavoro per mezzo della formola $V i \sqrt{3}$ ho sempre ottenuto un valore quasi uguale a quello che risultava dalle letture al wattometro.

La conclusione che si può ricavare da questi studi è che il trasformatore trifase adoperato secondo queste disposizioni, e forse meglio colla prima che colla seconda, si deve prestare in alcuni casi con vantaggio per utilizzare la corrente trifase ad uso d'illuminazione, specialmente poi nel caso in cui sia possibile collocare tre trasformatori in una zona non molto estesa.

Un solo trasformatore crea sempre uno squilibrio di correnti nelle linee, e propriamente nel senso di raddoppiare una delle correnti. Se la linea nella quale avviene tale squilibrio è lunga, o la perdita sarà grande o sarà grande la spesa per aumentare la sezione del filo. Ma se dallo stesso punto da cui partono i tre conduttori che alimentano

Biblioteca nazionale centrale di Roma

un trasformatore, si derivano anche quelli che alimentano altri due trasformatori simili, con la permutazione circolare dei primari, lo squilibrio si limita alle tre derivazioni; la linea principale è percorsa dalla stessa corrente come se non vi fossero che trasformatori ordinari equilibrati.

Ognuno poi dei tre trasformatori si comporta nel secondario come un trasformatore monofase, mentre il sistema dei tre primari assorbe energia da tutte e tre le linee.

L'applicazione si limita al caso in cui si tratti di trasformatori per ridurre la tensione. Allora i primari son percorsi da correnti deboli e ha meno importanza un aumento d'intensità in una parte della linea primaria, e l'aumento di perdita si può ridurre ad essere affatto trascurabile con piccola spesa di rame.

Il vantaggio della disposizione sta poi nella circostanza che il secondario di uno dei trasformatori può essere più o meno caricato senza alterare sensibilmente le tensioni della linea, cosicchè gli altri trasformatori lavorano regolarmente.

Circostanze particolari mi obbligarono a interrompere le esperienze che io avevo iniziate già da molto tempo; non ho potuto quindi dare allo studio intrapreso quella estensione che desideravo.

Però i risultati ottenuti, se non costituiscono una teoria del trasformatore, forniscono gli elementi necessari a conoscere il suo modo di funzionare, ed a stabilire anche le norme per la sua costruzione.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 66.

SULLA TEORIA DEL CONTATTO

Discussione fatta in seguito alla Nota

DEL PROF. Q. MAJORANA

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

il 19 Settembre 1899.

PROF. Q. MAJORANA. Legge la propria memoria; " *Sulla teoria del contatto.* „ *(Vivi applausi.)* La Memoria che espone le ricerche del prof. Majorana è già stata pubblicata *in extenso* negli Atti della R. Accademia dei Lincei (Vol. VIII, 1.° sem., fascicoli 4, 5 e 6) e gli Atti dell'A. E. I. ne hanno già pubblicato un largo sunto (Vol. II, fasc. 5).

PROF. A. PACINOTTI. Nota come gli strumenti costrutti dal professore Majorana sono ingegnosi, ma non conducono ad una dimostrazione sicura, perchè non tengono conto delle azioni chimiche dell'aria umida posta fra i due metalli. Depone al banco della Presidenza un esemplare della Memoria relativa a dette azioni, da lui pubblicata sino dall'anno 1875.

PROF. Q. MAJORANA. Risponde che nel presentare i suoi istrumenti, egli non ha inteso di risolvere la grave questione, ma solo di fornire nuovi mezzi per lo studio della medesima.

PROF. H. PELLAT. Felicita vivamente il prof. Majorana per le sue esperienze, che permettono di mostrare in un modo così elegante la differenza di potenziale apparente tra due metalli a contatto.

Questa differenza di potenziale apparente è del resto prossima alla differenza vera di potenziale.

PROF. A. RIGHI. Elogia il prof. Majorana per le sue ingegnose esperienze, ma ritiene che esse non valgano affatto a derimere la grande questione della sede della forza elettromotrice voltaica, ed osserva come nonostante le discussioni di tutto un secolo, la teoria del contatto sia in oggi ancora molto dubbia. Si riferisce a quanto ha esposto nella Commemorazione di Volta letta nella Assemblea inaugurale, e ritiene che nelle esperienze eseguite dal prof. Majorana viene misurata la differenza di potenziale apparente, e non l'effettiva. Non condivide

Biblioteca nazionale centrale di Roma

poi l'asserzione del prof. Pellat, secondo la quale la differenza di potenziale sarebbe prossima alla vera.

Prof. H. Pellat. Rammenta che in un suo lavoro pubblicato nel 1889, che sembra poco noto in Italia, egli è riuscito a misurare la differenza di potenziale vera di due metalli a contatto, con due metodi differenti, basati sui fenomeni elettro-capillari, e sulla considerazione dello strato elettrico doppio.

Prof. A. Righi. Replica contrapponendo al lavoro del prof. Pellat, quelli di altri fisici inglesi e tedeschi.

Prof. Silvanus P. Thompson. La questione della elettricità detta di contatto è stata molto discussa in Inghilterra, non tanto in questi ultimi anni, quanto dieci a dodici anni addietro. A quell'epoca sorse vivo dibattito tra i fisici inglesi: da una parte Lord Kelvin, maestro in tante cose, dell'altra la maggior parte dei giovani elettricisti capitanati da Oliver Lodge.

Durante queste discussioni, molti punti vennero chiariti, ed alcuni si possono qui ricordare.

In primo luogo si può sollevare un paradosso, se si conserva una delle definizioni usuali. Che cosa è il potenziale d'un conduttore? Secondo Lord Kelvin esso è il potenziale misurato in un punto dallo spazio esterno, ma infinitamente vicino alla superficie del corpo; esso è misurato dal lavoro necessario per portare un' unità d' elettricità positiva, da un punto situato ad una distanza infinita, sino al punto sopradetto.

Ma adottando una tale definizione, si trascura una parte importante del fenomeno, e cioè l'esistenza alla superficie del conduttore di uno strato d'ossido o d'altre materie, che possono cangiare affatto il valore del potenziale in un punto esterno. Eccomi adunque pienamente d'accordo col prof. Pacinotti, che la natura chimica del mezzo ambiente esercita un' influenza di primo ordine in tutti i fenomeni di contatto.

Per illustrare le idee della nuova scuola dei fisici inglesi sopra tale questione del potenziale apparente che si osserva al contatto dei due metalli, basta descrivere un' esperienza molto semplice e molto nota.

Siano Z, C due lamine di metalli differenti.

Per ricercare il potenziale nei punti dello spazio vicinissimi alle due lamine, prendiamo un elettrometro a quadrante, col suo ago ben caricato. Mettiamo le due paia di quadranti in comunicazione a mezzo di due fili metallici identici (per es. di platino) con due lamine di platino, di cui l'una è posta in A, molto vicina a Z, e l'altra in B molto vicina a C (fig. 1).

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Se le due lamine metalliche non sono in contatto non si osserverà nulla, e così pure se le lamine sono riunite fra loro a mezzo di una goccia d'acqua o d'acido.

Ma se le due lamine Z e C vengono poste fra loro a contatto, o riunite a mezzo di un filo metallico qualunque, immediatamente l'ago dell'elettrometro segna una deviazione. Evidentemente s'è prodotto una differenza di potenziale tra i due punti A e B dello spazio.

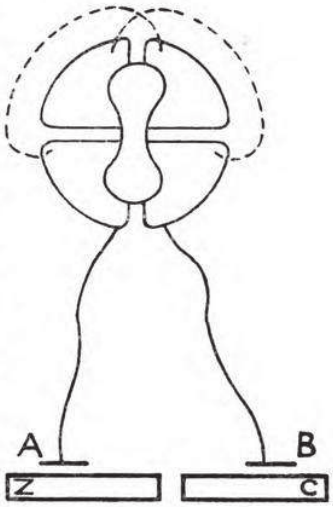


Fig. 1.

Se allora, allo scopo di cercare una differenza di potenziale, non tra i punti esterni, ma tra le due lamine stesse, si fanno trovare i due estremi dei fili contro le due metà delle lamine (fig. 2), non si produce alcuna deviazione a meno che le temperature dei diversi contatti non siano le stesse.

In fatto v'hanno qui tre forze elettromotrici (o differenze di potenziale) dovute all'effetto Peltier, ma la somma algebrica delle tre forze è zero se la temperatura resta costante.

Ora le differenze di potenziale osservate dal prof. Majorana nelle sue interessanti esperienze hanno il valore d'un volt all'incirca, mentre quelle dovute all'effetto Peltier avrebbero il valore di qualche milionesimo di volt soltanto.

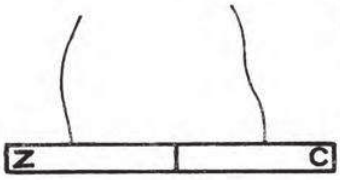


Fig. 2.

Le differenze apparenti di potenziale di contatto sono d'una grandezza tale che indica chiaramente la loro origine chimica, poichè le differenze di potenziale dovute ad azioni chimiche sono appunto dell'ordine di grandezza d'un volt, e non di qualche milionesimo di volt. Si ha quindi ben ragione di dire che in tutti questi casi di differenza apparente di potenziale non si può trascurare l'effetto del mezzo ambiente.

È noto che la differenza apparente di potenziale varia colla natura chimica del mezzo. Per esempio, quando si tratta di due lamine di rame e di ferro messe a contatto, la differenza di potenziale nell'ossigeno è affatto differente da quello che si ha nel solfuro d'idrogeno o nel cianogeno.

Mi permetto di fare qui un cenno alle ricerche, assai degne di essere studiate, dal signor John Brown di Belfast sugli effetti del mezzo ambiente.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

La differenza di vedute tra Lord Kelvin e gli altri elettricisti d'Inghilterra si può esporre in poche parole. Dice egli che il valore della differenza di potenziale fra zinco e rame si può dedurre dal calore di formazione dell'ottone cioè del calore della combinazione chimica di zinco con rame. Non dipende allora dal mezzo ambiente. Dall'altra parte, il prof. Lodge sostiene che questo valore dovrebbe essere dedotto dalla differenza dei valori del calore di combinazione dello zinco con ossigeno (oppure con un altro ambiente) e di quello del rame con lo stesso mezzo ambiente.

Mi duole assai che a questo Congresso non sia intervenuto il prof. Oliver Lodge che ha così profondamente studiato tale questione. Secondo lui v' ha una analogia perfetta tra questa lamina doppia circondata dall'atmosfera ossidante, ed una coppia voltaica chiusa su se stessa, a condizione che la resistenza interna dell'elettrolito sia infinitamente grande. In questo ultimo caso tutta la forza elettromotrice della coppia può essere considerata come una caduta di potenziale attraverso l'elettrolito da un punto infinitamente vicino all'anodo ad un punto infinitamente vicino al catodo.

Sostituite questo elettrolito di resistenza infinita con dell'aria, e voi avrete uguàlmente questa caduta di potenziale, da un punto infinitamente vicino d'un metallo ad un punto infinitamente vicino dell'altro.

Supponete tracciata tra i due punti A e B una curva chiusa qualunque, passante da una parte attraverso la lamina doppia, e dall'altra attraverso il mezzo ambiente (fig. 3).

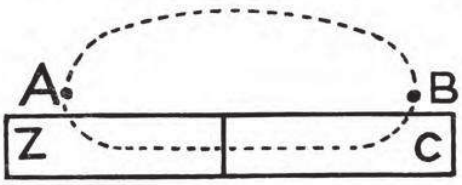


Fig. 3.

La somma di tutte le forze elettromotrici attorno a questa curva chiusa dovendo essere uguale a zero, ne segue che se v'ha tra A e B nel mezzo ambiente una caduta di potenziale del valore di un volt a un dipresso, vi dovrà essere nell' altra parte del circuito una forza elettromotrice di pari valore.

Ove trovarla? All'unione dei due metalli v' ha una forza di qualche milionesimo di volt soltanto, dovuto all' effetto Peltier, che è, lo ammetto, una vera forza di contatto. La forza che noi cerchiamo del valore di un volt circa non è situata all' unione dei 2 metalli. Neppure nella lamina di zinco, nè in quella di rame, non è possibile di avere una differenza di potenziale interna, non essendovi corrente. Allora l'unico luogo dove può essere localizzata questa forza elettromotrice che noi cerchiamo, è la superficie dell' uno o dell' altro me-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

tallo, e cioè precisamente là dove le influenze chimiche dell'atmosfera oppure dell'ambiente hanno luogo.

Ecco perchè io mi schiero col prof. Pacinotti e col prof. Righi, sostenendo che in tutte le esperienze dove si lascia esistere uno strato d'aria, d'ossido o d'altra materia, non si ottiene mai il potenziale vero dei metalli, ma il potenziale apparente, che è tutt'altra cosa.

Io ho ascoltato con molto piacere la lettura del prof. Majorana e la descrizione delle sue esperienze. Ammiro l'ingegnosità de' suoi apparecchi rotativi atti a moltiplicare gli effetti. Ammiro ancora più le sue esperienze eleganti d'attrazione, che ci ha esposto in modo tanto rimarchevole.

Non vorrei con una sola parola distruggere il valore delle sue esperienze, o contestarne l'eleganza, ma se mal non m'appongo, esse s'appoggiano tutte alla questione della differenza apparente, e non a quella della differenza vera del potenziale di contatto.

Prof. H. Pellat. Dichiara che egli è pienamente d'accordo col prof. Silvanus P. Thompson che in tutte le esperienze simili a quelle di Volta e del prof. Majorana viene misurata la differenza di potenziale apparente e non la differenza di potenziale vera dei metalli a contatto. La stessa idea è esposta nel suo lavoro del 1880, e del resto era stata esposta già prima da Ayrton e Perry. Egli mantiene però la propria convinzione; che si può giungere alla misura della differenza vera di potenziale, per mezzo dei fenomeni elettrocapillari, e la considerazione dello strato elettrico doppio; si trovano allora delle quantità dell'ordine di grandezza d'un volt.

Del resto in tutte queste discussioni è più questione di parole che di fatti, poichè della differenza di potenziale di due metalli a contatto si possono dare due definizioni diverse: nell'una la differenza di potenziale si confonde colla forza elettromotrice di contatto; in tal caso essa è misurata dall'effetto Peltier, e rappresentata da qualche milionesimo di volt; nell'altra essa è misurata dalla grandezza dei fenomeni elettro-capillari, ed è vicina alla differenza di potenziale apparente.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 67.

APPARECCHI
DI MISURA E DI CONTROLLO
A
CAMPO ELETTRICO ROTANTE

Nota del Prof. RICCARDO ARNÒ

NELLA III RIUNIONE ANNUALE

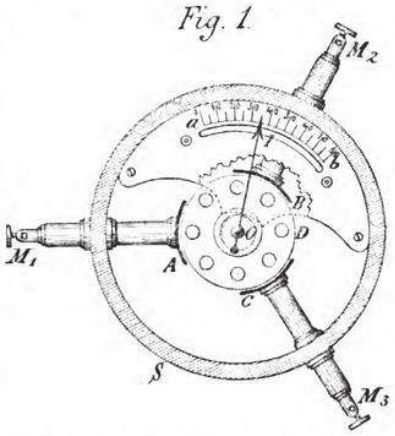
DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

il 21 Settembre 1899.

Da una mia nota [1] presentata nell'anno 1892 all'Accademia dei Lincei risulta che, collocando in un campo elettrico rotante un cilindro di materia isolante, questo prende a rotare in grazia del ritardo con cui la polarizzazione del dielettrico segue la rotazione del campo elettrico a cui è dovuta.

Ulteriori esperienze sulle rotazioni così ottenute mi posero in chiaro che in dette rotazioni si sviluppano forze abbastanza rilevanti, perchè la proprietà anzidetta possa venire vantaggiosamente utilizzata nella costruzione di apparecchi di misura e di controllo per distribuzioni di energia a correnti polifasi, anche per quelle a differenze di potenziale assai elevate.

Fig. 1



Per mostrare in qual modo simili strumenti di misura dovrebbero venire costrutti, ho rappresentato, soltanto a titolo di esempio, nella fig. 1 un voltometro di siffatto tipo applicabile ad una rete trifase.

S è uno schermo metallico in cui si racchiude l'istrumento, *A*, *B*, *C* sono segmenti metallici cilindrici, ciascuno dei quali è posto,

[1] *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei;* fascicolo del 16 ottobre 1892: " Campo elettrico rotante e rotazioni dovute all'isteresi elettrostatica ".

Biblioteca nazionale centrale di Roma

mediante i morsetti M_1, M_2, M_3, in comunicazione elettrica con uno dei tre conduttori del sistema trifase, su cui si vuole effettuare la misura; D è un cilindro di materiale dielettrico — ordinariamente carta paraffinata — capace di rotare intorno al suo asse O e mantenuto da una molla in una determinata posizione di equilibrio, a cui corrisponde la coincidenza dell'indice I, solidale al cilindro stesso, con lo zero della graduazione $a\,b$.

Allorquando ciascuno dei morsetti M_1, M_2, M_3 è posto in comunicazione con uno dei conduttori del sistema trifase, su cui si tratta di effettuare la misura, nello spazio compreso fra le lastre A, B, C si genera un campo elettrico rotante, ed il cilindro dielettrico D, che si trova sottoposto all'azione di tale campo, prende a rotare intorno al suo asse O, traendo seco l'indice I, ed arrestandosi in una data posizione, determinata dall'intensità del campo elettrico rotante, e quindi dalla differenza di potenziale media fra le tre differenze di potenziale esistenti fra due qualunque dei tre conduttori del sistema trifase.

Lo strumento può quindi essere preventivamente graduato per modo che dalle sue indicazioni si abbiano i valori di tale differenza di potenziale media espressa in volt od in multipli di volt.

Un voltometro del tipo descritto, oltre al vantaggio di essere elettrostatico e atto a misurare differenze di potenziale relativamente assai elevate, presenta dunque ancora quello di dare senz'altro il valore della tensione media della corrente trifase, su cui si sperimenta.

In modo affatto analogo si può costruire un voltometro per sistemi bifasi: nel qual caso i segmenti cilindrici saranno in numero di quattro, rispettivamente connessi coi conduttori della distribuzione bifase, su cui si intende di effettuare la misura della differenza di potenziale media fra le due differenze di potenziale corrispondenti ai due circuiti della distribuzione stessa.

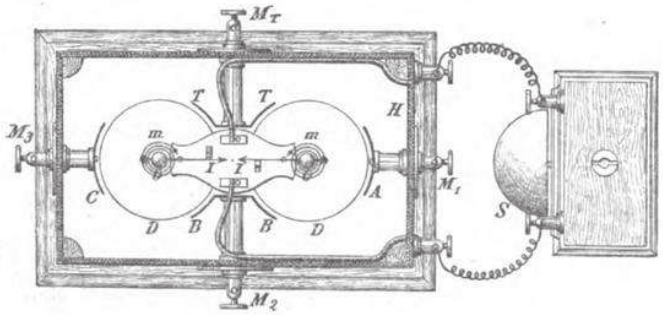
Per porre poi in chiaro come si possano costruire molteplici altri utili apparecchi per sistemi polifasi, basati sul principio della rotazione di un cilindro dielettrico in un campo elettrico rotante, farò ancora un cenno sopra un avvisatore di terra per sistemi trifasi ad alta tensione: apparecchio destinato a dare una segnalazione automatica nel caso in cui uno dei conduttori di un sistema trifase venga in comunicazione con la terra oppure abbia ad interrompersi.

H (fig. 2) è una scatola di ebanite racchiudente l'apparecchio; A, C, B, B, T, T sono segmenti metallici cilindrici, di cui A e C sono rispettivamente posti, mediante i morsetti M_1 e M_3, in comunicazione elettrica con due qualunque dei tre conduttori del sistema

Biblioteca nazionale centrale di Roma

trifase, B e B sono riuniti metallicamente fra di loro, e, mediante il morsetto M_2, col terzo conduttore del sistema, T e T, finalmente, pure in comunicazione elettrica fra di loro, vengono posti, per mezzo del morsetto M_T, in comunicazione con la terra. D e D sono due cilindri dielettrici, ordinariamente di carta paraffinata, rispettivamente situati negli spazi compresi fra le lamine A, B, T e C, B, T: detti cilindri, capaci di rotare intorno ai loro assi O, O, essendo rispettivamente mantenuti da una molla m in una determinata posizione di equilibrio, per la quale i due indici I, solidali coi cilindri stessi, hanno la posizione indicata in figura.

Fig. 2



E gli è appunto in corrispondenza di tale posizione che tanto l'uno quanto l'altro dei due indici I, i quali sono metallici, chiudono il circuito di una suoneria S.

Ciò posto, si pongano i tre morsetti M_1, M_2, M_3 in comunicazione coi tre conduttori del sistema trifase ed il morsetto M_T in comunicazione con la terra. Ne consegue allora che nei due spazi interposti fra le lastre A, B, T e C, B, T si generano due campi elettrici rotanti, rispettivamente dovuti alla sovrapposizione dei tre flussi elettrici alternativi spostati di fase fra A e B, A e T, B e T e fra C e B, C e T, B e T. In tali condizioni i due cilindri D, D ruotano dunque intorno ai loro assi O, O, traendo seco gli indici I, I, i quali rimangono perciò deviati dalla loro posizione primitiva, per il che rimane quindi interrotto il circuito della suoneria S.

Ma si supponga ora che uno qualunque dei conduttori del sistema trifase si porti in comunicazione con la terra o si interrompa. Allora evidentemente cessa di esistere il campo rotante di destra o quello di sinistra oppure ambedue i campi stessi: donde ne consegue che il cilindro dielettrico di destra o quello di sinistra oppure tanto

Biblioteca nazionale centrale di Roma

l'uno quanto l'altro si porta nella sua posizione di riposo; e quindi o l'uno od ambedue gli indici *I* ritornano nella posizione indicata in figura, chiudendo in ogni caso il circuito della suoneria.

Allorquando adunque funziona la suoneria, segno gli è che l'uno dei tre conduttori del sistema trifase si è portato a terra, ovvero si è interrotto. E secondo poi che si constata trovarsi nella sua posizione di riposo l'indice di destra o quello di sinistra oppure tutti e due gli indici, si può ancora giudicare quale è dei tre conduttori quello che si trova in anormali condizioni, e che però deve venire riparato.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 68.

INTORNO ALLE IMMAGINI MAGNETICHE
ED ALLA LORO APPLICAZIONE ALLA TEORIA
DEI
MOTORI A CAMPO ROTANTE

Nota letta

DAL PROF. SILVANUS P. THOMPSON, D.Sc., F.R.S.

AL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI
il 19 Settembre 1899.

1. Dall'epoca in cui fu introdotta nella scienza del magnetismo, da Lord Kelvin, l'idea di spiegare mediante un sistema di immagini virtuali le azioni dell'induzione magnetica, molti fisici si sono serviti di questo metodo, e ne hanno sviluppate le conseguenze matematiche.

È facile d'enunciare i princípi di quest'elegante ed utile concetto, nel caso di un polo magnetico stazionario e di intensità costante, producente la sua immagine in una grande lastra di ferro vicina al polo. Come verrà dimostrato in seguito, intervengono altri princípi nei casi di poli di intensità variabile e di poli moventi. Per facilitare la descrizione dei fenomeni sarà conveniente adottare l'aggettivo *omonimo* per descrivere una immagine che è della stessa specie del polo dal quale essa è derivata, e l'aggettivo *eteronimo* per denotare una immagine di specie contraria.

2. *Immagini magnetostatiche.* Una lastra piana di ferro, di una grandezza indefinitamente larga, di uno spessore bastevole, e di permeabilità magnetica assai grande, posta vicino ad un polo magnetico, produce, nello spazio dallo stesso lato della lastra nel quale è collocato il polo primario, lo stesso effetto che sarebbe prodotto (senza la lastra) da un polo eteronimo, di una intensità uguale, collocato ad una distanza dietro la lastra uguale alla distanza alla quale il polo attuale è collocato davanti. Questo effetto è equivalente alla produzione di una immagine virtuale, la lastra di materia magnetica facendo la parte di uno specchio magnetico.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Immagini magnetostatiche sono anche prodotte da pezzi di ferro aventi una superficie non piana, per esempio una sfera. Nel caso della sfera, che il Kelvin ha trattato [1] in modo geometrico, con molta eleganza, cinquantun' anni fa, è facile dimostrare che l'immagine nella sfera di ferro di un polo situato dalla parte esterna è un polo eteronimo collocato in un punto interno meno distante dalla superficie che non il polo primario davanti. Di più l'intensità di questa immagine sarà minore di quella del polo primario. Generalizzando, basta dire che le immagini magnetostatiche sono sempre virtuali, e che la posizione e l'intensità loro dipendono dalla forma dello specchio di ferro.

3. È facile dedurre dal principio del potenziale [2] la legge di formazione delle immagini magnetiche dallo specchio sferico, e da ciò inferire quella dallo specchio piano. In ogni caso è tuttavia necessario di assumere che la materia magnetica possieda una permeabilità infinitamente grande relativamente all'aria ambiente. Il metodo consiste nel trovare un punto di potenziale zero collocato fra l'oggetto e la sua immagine supposta data. Il luogo geometrico di tutti i punti di potenziale zero sarà quindi una superficie di equipotenziale zero. Dunque lo specchio magnetico capace di dare la stessa immagine dell'oggetto avrà la sua superficie della stessa forma, e sarà collocato nello stesso luogo. Questo metodo era seguito in una memoria sopra degli specchi di magnetismo dell'autore e del suo assistente il Signor Miles Walker nella *Philosophical Magazine* nel mese di febbraio 1895. Da questa memoria sono estratti alcuni dei paragrafi seguenti:

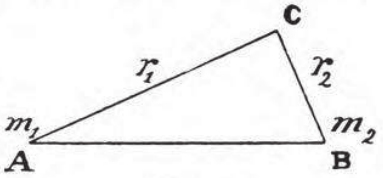


Fig. 1.

Consideriamo in primo luogo due punti A e B, nei quali sono posti due poli le cui intensità siano rispettivamente m_1 e m_2.

Sia un terzo punto C le cui distanze da A e da B, siano dinotate rispettivamente con r_1 e r_2.

Nel punto C, il potenziale magnetico dovuto a m_1 sarà $\frac{m_1}{r_1}$; e

---

[1] *Cambridge and Dublin Mathematical Journal*, 1848; *Philosophical Magazine*, 1853, Vedere anche: Betti, *Nuovo Cimento*, XX.

[2] I calcoli di Lord Kelvin vengono sempre fondati sulla teoria ordinaria di attrazione a distanza.

Nell'applicazione del metodo del potenziale per la trattazione di questi problemi ho seguito gli argomenti adotti dal Maxwell nel caso delle immagini elettriche. Vedere anche il libro del Prof. Ermacora: *I fenomeni elettrostatici* (1882).

Biblioteca nazionale centrale di Roma

quello dovuto a m_2 sarà $\frac{m_2}{r_2}$. Dunque il potenziale totale in C uguaglia $\frac{m_1}{r_1} + \frac{m_2}{r_2}$. Affinchè il potenziale totale in C sia di valor zero è manifestamente necessario che le due quantità m_1 e m_2 siano di segni opposti. Se la quantità m_1 è positiva, m_2 dovrà essere negativa.

Questa condizione essendo soddisfatta, scriviamo

$$\frac{m_1}{r_1} - \frac{m_2}{r_2} = 0$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{m_1}{m_2}.$$

Ma $\frac{m_1}{m_2}$ rapporto di quantità date, è costante. Dunque il rapporto $\frac{r_1}{r_2}$ sarà anch'esso costante. Ora se un punto si muove in tale modo che il rapporto $\frac{r_1}{r_2}$ tra le sue rispettive distanze da due punti fissi resta costante, il luogo del suo movimento — secondo un teorema ben conosciuto di geometria — sarà la superficie di una sfera. Perciò la superficie equipotenziale di valore zero ha la forma di una sfera concava.

Per trovare la posizione di questa sfera congiungiamo allora i punti A e B colla linea $A\,B$, e prolunghiamo questa linea dalla parte B. Indi troviamo nella linea due punti D ed E, l'uno esterno l'altro interno al segmento AB, così che:

$$\frac{A\,D}{B\,D} = \frac{A\,E}{B\,E} = \frac{m_1}{m_2}.$$

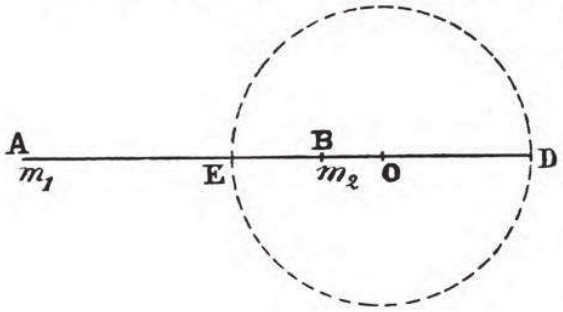


Fig. 2.

Sulla linea $D\,E$ come diametro segniamo un cerchio. Questo cerchio sarà la proiezione della sfera cercata.

Ne segue che nel caso contrario, quando sono date la sfera di ferro, e la posizione del polo esterno m_1 nel punto A, potremo sempre dedurre dalle stesse formole la posizione del punto B, il quale è l'immagine magnetica di A, e calcolare quindi la sua intensità m_2.

Infine, servendoci di un altro teorema di geometria, possiamo porre nelle formole le distanze dei due poli da un punto qualunque

Biblioteca nazionale centrale di Roma

C situato sulla superficie della sfera. Poichè nella fig. 3, il rapporto di queste distanze $\frac{A\,C}{B\,C}$ o $\frac{r_1}{r_2}$ è uguale al rapporto $\frac{A\,O}{O\,C}$, ne segue che il raggio della sfera avrà il valore di

$$O\,C = A\,O\frac{r_2}{r_1} = A\,O\,\frac{m_2}{m_1}.$$

Reciprocamente, la distanza d ($= A\,O$) del polo A dal centro della sfera sarà data mediante la formola:

$$d = O\,C\,\frac{r_1}{r_2} = O\,C\,\frac{m_1}{m_2}.$$

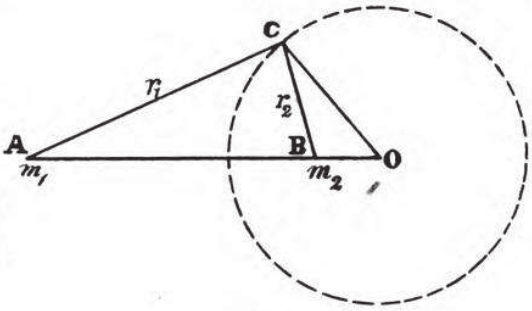


Fig. 3.

Queste considerazioni conducono ad una costruzione grafica per trovare la posizione del punto B. Sia (fig. 4) A il punto del polo primario a distanza $d = A\,O$ dal centro della sfera del raggio dato.

Descriviamo allora, intorno ad A quale centro, l'arco $O\,C$, intersecando il cerchio in C. Indi, prendendo C come centro, descriviamo l'arco $O\,B$, intersecando la linea $A\,O$ in B. Il punto B, così trovato, sarà l'immagine di A nella sfera; poichè la condizione che il rapporto $\frac{A\,C}{A\,B}$ sia constante dipende dall'uguaglianza fra i rapporti $\frac{O\,C}{O\,B}$ e $\frac{A\,O}{O\,C}$; e quest'uguaglianza si vede essere vera poichè i triangoli $A\,C\,O$ e $C\,O\,B$ sono simili.

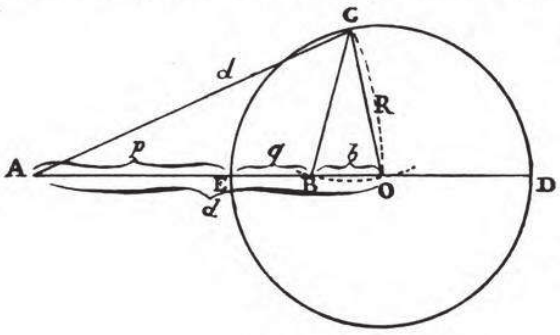


Fig. 4.

4. Ora, fu assunto che il potenziale della sfera stessa rimanga sempre zero. Se quest'ipotesi è ammessa, ne segue che quando un polo magnetico di intensità m_1 sarà posto ad una distanza d dal centro della sfera di raggio R, la distribuzione del campo magnetico nello spazio esterno intorno alla sfera, sarà la stessa come se nessuna sfera fosse presente, ma se invece di quella fosse posto nel punto B un polo di intensità uguale a $-m_1\frac{R}{d}$. In tal caso possiamo

Biblioteca nazionale centrale di Roma

dire che la sfera operando come uno specchio convesso ha prodotto una immagine virtuale e diminuita posta nel punto B.

D'altra parte deve essere ammesso che a meno che il raggio R della sfera sia grande rispetto alla distanza fra la sua superficie ed il punto A, il suo potenziale non può rimanere zero in presenza del polo magnetico primario. Ora Lord Kelvin, seguendo un procedimento differente, ha dimostrato, nella sua Memoria dell'anno 1848, che nel caso generale, dove nessuna ipotesi è fatta intorno alla condizione che la sfera rimanesse al potenziale zero, l'effetto di un polo esterno di valore $+ m$, su ogni punto esterno nel campo magnetico è lo stesso come se fosse prodotto da un *doublet* o gemello di due poli secondari, l'uno di valore $- m \frac{R}{d}$ collocato in B, l'altro di valore $+ m \frac{R}{d}$ collocato nel centro della sfera. La lunghezza della distanza tra queste due immagini sarà $b = B\,O$.

La discrepanza tra questa conclusione e la nostra non costituisce tuttavia un paradosso vero, giacchè l'oggetto primario sia esso una calamita o un sistema di poli o sia un solenoide percorso da una corrente elettrica, possiede sempre tanti poli nord quanti poli sud, di intensità uguali fra loro. Ne segue che sempre ogni oggetto magnetico produrrebbe nel centro della sfera tante immagini di segno $+$ quante di segno $-$. Queste immagini neutralizzandosi mutuamente, lascieranno solamente le immagini considerate nei paragrafi precedenti.

5. È facile ora vedere la relazione tra questa produzione di immagini magnetiche dalla sfera di ferro, e la produzione di immagini ottiche da uno specchio sferico. Scriviamo, per assimilare le nostre formole alle formole d'ottica, le distanze rispettive dei poli primario e secondario dal punto più prossimo della superficie della sfera come segue (Fig. 4):

$$A\,E = p = d - R; \quad B\,E = q = R - b.$$

Ora, dal principio dei triangoli simili,

$$\frac{d}{R} = \frac{R}{b};$$

e questa relazione si può scrivere:

$$\frac{p + R}{R} = \frac{R}{R - q}$$

donde

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{R} = \frac{1}{q}.$$

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Questa formola differisce dalla formola ben conosciuta dello specchio ottico, contenendo la frazione $\frac{1}{R}$ in luogo di $\frac{2}{R}$.

6. Se si avessero molti poli o punti magnetici fuori della sfera, ciascuno produrrebbe la sua immagine virtuale di dentro.

Così un sistema magnetico di una complessità qualsivoglia, avrebbe anche la sua immagine.

Per contro, se un sistema magnetico viene introdotto in una sfera concava di ferro ne verrebbe prodotto un'immagine virtuale collocata all'esterno. I punti A e B sono coniugati l'uno coll'altro precisamente come nell'ottica in una relazione reciproca.

7. Il caso della lastra piana di ferro può essere trattato semplicemente come se questa fosse parte di una sfera di raggio indefinitivamente grande.

In questo caso $\frac{A\,O}{A\,C} = 1$; dunque $m_2 = m_1$, e di più $r_1 = r_2$. Cioè l'immagine è di medesima intensità coll'oggetto, e si trova collocata ad una distanza uguale dietro alla lastra.

8. Nella Memoria dell'anno 1895 abbiamo raccolto i risultati di alcune ricerche sperimentali sopra la produzione di immagini magnetostatiche da una lastra di ferro. In queste ricerche impiegammo due solenoidi, di costruzione identica, e li abbiamo usati nel seguente modo. Con un galvanometro balistico, ed un piccolo rocchetto esplorativo, esaminammo l'intensità del campo magnetico prodotto prima da uno dei solenoidi alla presenza dello specchio piano di ferro, indi dopo avere allontanato lo specchio, l'intensità del campo prodotto dai due solenoidi dei quali l'uno rimase nel suo posto originale, e l'altro fu collocato nella posizione occupata anterioramente dall'immagine del primo. Non è necessario di ripetere qui i dettagli di questa ricerca. In tutti i casi esaminati i risultati sperimentali si accordano colla teoria esposta.

9. *Immagini magnetocinetiche.* — Le immagini magnetiche di un polo magnetico il quale si muove oppure cangia d'intensità, sono immagini moventi o cangianti in corrispondenza precisa col solo primario, purchè sempre questi cangiamenti o movimenti avvengano lentamente. Se i movimenti o cangiamenti occorrono troppo rapidamente, l'effetto dello specchio diviene complicato per la presenza delle correnti elettriche parassite (o correnti dette di Foucault) circolanti vorticosamente nella materia dello specchio. Se si potesse avere uno specchio di grande permeabilità magnetica, ma senza conduttibilità elettrica, quest'effetto pregiudizievole non avrebbe luogo.

10. *Immagini elettromagnetiche.* — Quando in luogo della lastra di ferro viene sostituita una lastra di rame si osserva un nuovo

Biblioteca nazionale centrale di Roma

fenomeno. In una tale lastra una calamita stazionaria, od un sistema magnetico qualunque in riposo, non produce alcuno effetto di riflessione. Ma d'altra parte i poli magnetici moventi ed i poli stazionari di una intensità variabile producono alcuni effetti nuovi. Infatti le variazioni del magnetismo producono due varietà d'immagini in una lastra che sia un buon conduttore di elettricità.

Si sa che in ogni caso in cui un buon conduttore elettrico, come un pezzo oppure una lastra di rame, si trova in mezzo ad un campo magnetico, qualunque cangiamento nell'intensità di questo induce nel conduttore delle correnti tali che la loro reazione tende ad opporre il cangiamento. Infatti si hanno sempre due reazioni, l'una meccanica, l'altra magnetica. La reazione meccanica tende ad opporre il movimento (se il cangiamento del flusso magnetico è stato prodotto da un movimento), oppure tende alla produzione di un movimento di tal senso da opporsi a quel cangiamento.

La reazione magnetica tende sempre a resistere a qualunque cangiamento del magnetismo. Nel caso di un cangiamento, sia di posizione o sia di intensità del polo, le correnti le quali sono indotte nella lastra di rame circolano in tal modo che producono nello spazio, dall'altro lato della lastra, delle reazioni magnetiche le quali tendono ad annullare l'effetto del cangiamento del polo primario. Quest'effetto è dunque equivalente alla presenza d'un polo eteronimo collocato al posto medesimo dove si trova il polo primario. In altri termini, si ha allora un'immagine eteronima e reale. L'intensità di questa immagine dipenderà dalla rapidità del movimento e dalla conduttività della lastra. Se allora il movimento è assai rapido, o se la conduttibilità della lastra è sufficientemente grande, l'intensità di questa immagine sarà uguale a quella del polo primario; e l'effetto di questo sarà completamente annullato dalla lastra la quale opererà come una gabbia magnetica riparando lo spazio dietro alla lastra da tutte le influenze magnetiche. Se i movimenti fossero troppo lenti, quest'azione di riparo non sarebbe completa, l'intensità dell'immagine non uguagliando quella del polo primario. Nello spazio davanti della lastra l'effetto delle correnti indotte nella lastra sarà differente. Il campo magnetico non sarà mai annullato, ma sarà indebolito come se vi fosse dietro la lastra un polo omonimo opponente. Nel caso di una lastra piana quest'immagine sarà un polo omonimo e virtuale, collocato ad una distanza uguale a quello situato dall'altro lato. In tutti gli altri casi, quando lo specchio di rame non è una lastra piana, diviene necessario di distinguere accuratamente tra le due specie d'immagini di dietro e davanti. Simili considerazioni si applicano al caso di un polo magnetico di una intensità variabile, e specialmente al caso di un polo

Biblioteca nazionale centrale di Roma

del quale l'intensità varia in un modo regolarmente periodico, come per esempio il polo di un'elettromagnete il cui rocchetto è percorso da una corrente alternativa. Un tal magnete si può dire un magnete alternativo.

11. Supponiamo che si guardi una lastra piana di conduttibilità perfetta, la quale divida tutto lo spazio in due regioni A e B. Sia posto nella regione A davanti la lastra un magnete alternativo M, o un solenoide percorso da una corrente alternativa, il quale produrrebbe — se fosse posto molto lontano da ogni altro conduttore — un campo magnetico alternativo di configurazione conosciuta. Si domanda di trovare la configurazione del campo allorchè questo magnete alternativo è portato nella regione A vicino alla lastra conducente.

La soluzione data qui è applicabile solamente agli spazi vuoti di materia conduttrice. Negli spazi dove si trovano solamente aria od altri nonconduttori la legge della sovrapposizione dei campi magnetici vale assolutamente, perchè la formola la quale esprime la distribuzione del campo deve essere una funzione lineare di valore singolare ad ogni punto, nonostante che questo valore si cangi [1] periodicamente col tempo.

Riferiamo questo sistema alle coordinate rettangolari. Sia il piano (y, z) quello della lastra; si desidera di esprimere la distribuzione del campo in funzione delle x, y, z. Sia f_B una funzione tale che *allorchè la lastra è allontanata* la distribuzione nello spazio B *in un istante particolare dato* venga espresso da $f_B(x, y, z)$. Se in quest'istante il magnete alternativo fosse di segno opposto, la distribuzione sarebbe espressa da $-f_B(x, y, z)$.

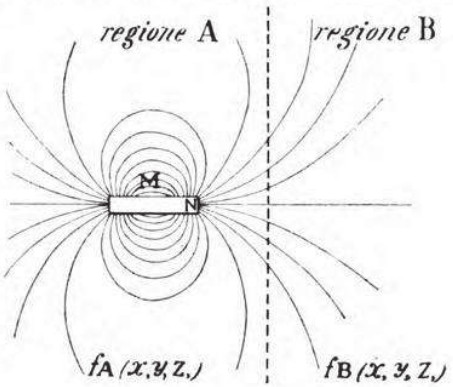


Fig. 5.

Quando la lastra è presente essa annulla, per la sua influenza di schermo, il campo in tutta la regione B; e l'effetto è lo stesso come se fossero sovrapposte le due distribuzioni $f_B(x, y, z)$ e $-f_B(x, y, z)$. Cioè per quanto riguarda la regione B, l'effetto è lo stesso come se la lastra venisse allontanata, e venisse invece posto in M un magnete di polarità opposta.

[1] È ammesso qui che le alternazioni non abbiano una frequenza così elevata da produrre delle onde magnetiche di una lunghezza comparabile colla distanza tra la lastra ed il magnete.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

La distribuzione della corrente nella lastra è dunque tale che può produrre un campo magnetico nel quale la distribuzione nello spazio B, all'istante considerato è completamente definita da

$$-f_B(x, y, z).$$

La lastra, per così dire, produce ad M, quando è riguardata da qualunque punto nella regione B, una immagine reale e eteronima del magnete.

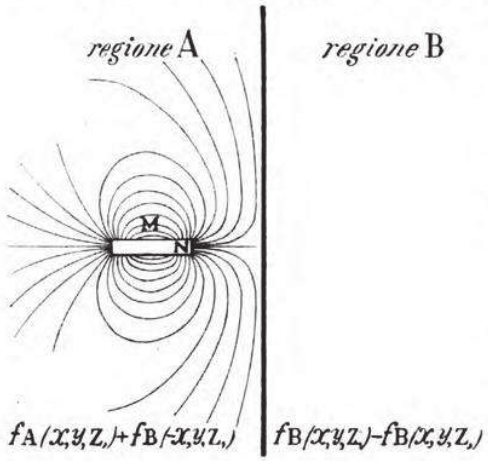


Fig. 6.

Si disse che la distribuzione delle correnti nella lastra è tale da produrre nella regione B un campo definito dell'espressione

$$-f_B(x, y, z).$$

Ora sappiamo che ogni corrente o sistema di correnti circolando in una lastra piana deve, di necessità, produrre un campo magnetico simmetrico intorno alle due superfici di questo piano. Donde se le correnti indotte potessero esistere dopo l'allontanamento del magnete M, la distribuzione del campo nella regione A sarebbe definita da $f_B(-x, y, z)$. Cioè le correnti indotte, considerate come operanti da se stesse, producono nella regione A un campo il quale è identico a quello di un magnete posto nel punto M' immagine del punto M. I poli simili di questi magneti si guardano precisamente come farebbero i poli di un magnete e quelli della sua immagine in uno specchio ottico. Per questo particolare, le immagini elettromagnetiche si somigliano più delle immagini magnetostatiche alle immagini ottiche. In verità il campo nella regione A dovuto ai vortici nella lastra (fig. 7) è sovrapposto al campo dovuto ad M, e produce così un campo risultante rappresentato dalla parte sinistra della fig. 6, un campo del quale la distribuzione viene esattamente espressa da

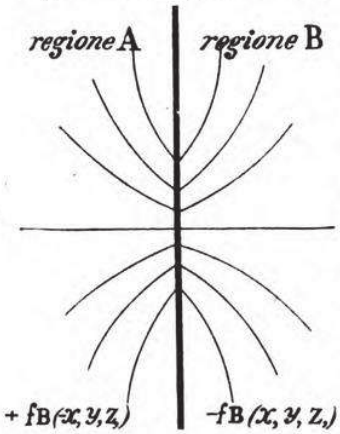


Fig. 7.

$$f_A(x, y, z) + f_B(-x, y, z).$$

Biblioteca nazionale centrale di Roma

12. La semplicità di questo risultato non si estende, tuttavia, agli altri casi di riflessione mediante oggetti di forme meno semplici.

Consideriamo il caso di un polo alternativo circondato in parte da un calice di rame di forte spessore. Questo calice riparerà lo spazio di dietro dall'influenza del polo posto davanti, producendo in tutti i punti di questo spazio l'effetto di una immagine reale ed eteronima, collocata nello stesso punto del polo primario. Ma nello spazio davanti, tra il polo primario e la superficie concava del calice si troverà un effetto il quale non può essere rappresentato da un polo collocato in un solo punto qualunque questo sia. Si otterrà senza dubbio lo stesso effetto come se si trovasse, dietro allo specchio, del magnetismo omonimo, una immagine virtuale, se volete così chiamarla; ma quest'immagine sarà una superficie di forma completa, non un punto. Sia qualsivoglia la forma della massa di rame la quale serve di specchio, e sia essa riguardata da qualunque punto di dietro; l'immagine del polo alternativo sarà una immagine di polarità alternativa, reale, eteronima, e collocata al punto medesimo col polo primario. *Quest'* immagine allora non dipende dalla forma dello specchio. L'altra immagine la quale domina nello spazio davanti, è anche alternativa, ma è virtuale ed omonima, è collocata di dietro, ed in generale ha una forma distribuita, non riunita in un punto.

13. Si presentano molti casi di tali azioni indottive prodotte da poli moventisi. La distribuzione delle correnti indotte nello specchio, e le posizioni delle immagini elettromagnetiche alle quali queste sono equivalenti sono state ricercate da parecchi fisici, dal Jochmann, [1] dal Maxwell, [2] dal Larmor, [3] dal Niven, [4] dall'Hertz [5] e da Lord Kelvin. [6]

Il Maxwell ha applicato il concetto di una serie viaggiante d'immagini elettromagnetiche per spiegare i fenomeni del disco rotante dell'Arago. [7]

Il Larmor ha dimostrato che una lastra cilindrica di buona conduttibilità, rotante rapidamente intorno al suo asse, ripara lo spazio interno da ogni azione magnetica che non sia simmetrica rispetto a quest'asse. Lord Kelvin ha costruito un apparecchio semplice per realizzare questa conclusione.

---

[1] *Journal* di Crelle, 1856.

[2] *Proc. Roy. Soc.*, febbraio 1872; e la sua *Treatise on Electricity and Magnetism*. Art. 668.

[3] *Philosophical Magazine*, gennaio 1884.

[4] *Philosophical Transactions*, 1880.

[5] *Inauguraldissertation* (Berlin 1880).

[6] *Proc. Roy. Soc.*, xlix, aprile 1891.

[7] *Annales de Chemie et de Physique*, 1826.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

14. *Applicazione ai motori a campo rotante.* — Nei motori a campo rotante, si ha, per così dire, un sistema artificiale di poli magnetici rotanti nello spazio, prodotto mediante delle combinazioni di due o più correnti alternative. Questa rotazione si produce, nonostante l'immobilità della massa di ferro e delle spirali magnetizzanti di rame le quali costituiscono l'induttore, a causa di differenze di fase tra le correnti, secondo la scoperta magistrale di Galileo Ferraris. In ogni motore polifase asincrono si trovano un paio o parecchie paia di poli, l'intensità dei quali può essere ritenuta costante. I poli non sono dei punti; il loro magnetismo viene distribuito sopra la superficie polare. Fra i poli si trova l'indotto, una massa di ferro col suo avvolgimento. Se vengono lanciate le correnti primarie, il campo Ferraris comincia a strisciare lungo l'intraferro, nascono le correnti secondarie, e l'indotto si mette così in rotazione.

Ora qui, senza dubbio, come anche nel trasformatore, si può considerare il sistema di correnti secondarie come costituente una immagine del sistema delle correnti primarie. L'avvolgimento dell'indotto, sia questo di forma chiusa come cilindro o gabbia di scoiattolo o sia un avvolgimento di fili di rame in circuito chiuso, è percorso da fasci di corrente i quali sono equivalenti in quanto alle loro reazioni sul campo magnetico, ad una immagine delle correnti primarie. L'immagine di un polo è un polo. L'immagine di una corrente è una corrente. I poli rotanti producono in fatti due specie d'immagini dalle due parti esterna ed interna, come già vedemmo, e quest'immagini e le correnti che sono le immagini delle correnti primarie, rotano in corrispondenza perfetta coi poli rotanti, qualunque sia la velocità attuale di rotazione dell'indotto stesso. Anche quando l'indotto è fermo le immagini ed il sistema di correnti indotte si rivolgono in corrispondenza esatta.

15. Ma l'applicazione la più interessante del principio delle immagini si rivela nell'esempio del motore monofase asincrono. La teoria completa di quest'apparecchio non fu mai data finora. Forse non sarà ancora possibile di darla in oggi. Ma il principio delle immagini può almeno gettare un raggio di luce sul problema di non poca complessità. Ed applicando ad esso la costruzione grafica trovata dal Heyland [1] per lo studio dell'andatura del motore polifase, la spiegazione dei processi fisici che occorrono nel motore monofase diviene così più facile.

Si conosce che nel caso di un motore asincrono bifase oppure trifase, cioè a campo rotante Ferraris, le quantità più importanti nel

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1894; ed *Electrical Engineer*, 1897.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

funzionamento della macchina sono: 1.° La corrente magnetizzante o corrente di carico zero; 2.° Un coefficiente di utilizzazione del flusso magnetico.

Di queste due quantità la prima dipende dalla costruzione, e particolarmente dalla larghezza dell'intraferro, o spazio tra l'induttore e l'indotto, e dipende ancora dall'avvolgimento primario. La seconda dipende principalmente dalla dispersione magnetica, cioè dallo spandimento del flusso magnetico, e dipende dunque in modo secondario anche dalla larghezza dell'intraferro e dalla costruzione delle parti in ferro.

Consideriamo prima l'induttore e l'indotto come producenti ciascuno un flusso magnetico ipotetico proporzionale alla loro corrente. Questi flussi ipotetici sono approssimativamente uguali fra loro ed anche in fasi presso a poco opposte l'una all'altra. Di ciascuno di questi flussi una piccola frazione va perduta o si smarrisce a causa della dispersione, e non attraversa mai l'intraferro. La parte maggiore dei due flussi si compone in un flusso risultante, di minore grandezza, il quale si può dire il flusso operativo. Si denoti con u_1 il rapporto fra il flusso ipotetico generato dalla corrente primaria e la sua parte utile; e con u_2 il rapporto corrispondente del flusso secondario. Questi coefficienti avranno sempre dei valori un poco maggiori dell'unità, per esempio di 1,035 oppure 1,04. Corrispondono nelle macchine di questa specie ai coefficienti di dispersione magnetica applicati dal compianto dott. Hopkinson alle macchine dinamoelettriche. Poniamo allora:

$$U = \frac{1}{u_1 u_2 - 1}$$

per ottenere il *coefficiente di utilizzazione* dei flussi magnetici. Nei motori odierni il valore numerico di U sarà da 10 a 14. Più la costruzione è buona, più deboli saranno le perdite magnetiche, e più grande sarà il valore.

La costruzione di Heyland comincia col descrivere una linea $O\,C$ (fig. 8), la quale rappresenta mediante la sua lunghezza la corrente magnetizzante cioè la corrente la quale percorrerebbe l'avvolgimento di una fase dell'induttore allorchè l'indotto ruota senza carico alcuno alla velocità di sincronismo assoluto. Prolunghiamo allora questa linea dal punto C fino al punto D in modo che la lunghezza $C\,D$ sia uguale alla distanza $O\,C$ moltiplicata per U. Sopra la linea $D\,C$ descriviamo un semicircolo.

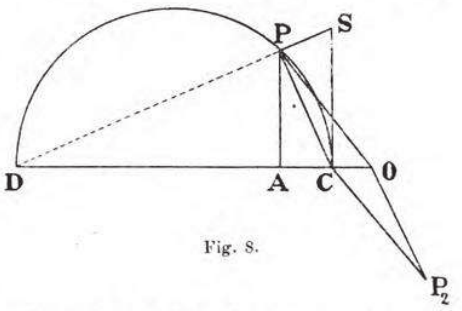


Fig. 8.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Prendiamo un punto P sopra questo semicircolo; congiungiamo questo punto con O a mezzo della linea retta $O\,P$, e completiamo così il diagramma tirando le verticali $P\,A$ e $C\,S$, e la linea $D\,P$ la quale è prolungata fino ad S.

Ora Heyland ha dimostrato che in tutte le condizioni del funzionamento del motore (eccitato sempre da forze elettromotrici costanti) le relazioni tra le quantità principali del motore saranno rappresentate, in giusta scala, dalle linee di questa figura; il punto P movendosi sempre sul semicircolo che è la sua traiettoria. Il momento della coppia delle forze motrici sarà rappresentato dalla lunghezza di $P\,A$; lo *slip*, (secondo gli Inglesi), cioè la differenza fra il numero dei giri dell'indotto e quello dei giri del campo rotante, sarà proporzionale a $C\,S$; la corrente primaria corrispondente sarà data dalla linea $P\,O$; la corrente secondaria sarà rappresentata da $P\,C$; ed il fattore di riduzione sarà il coseno dell'angolo $O\,P\,A$.

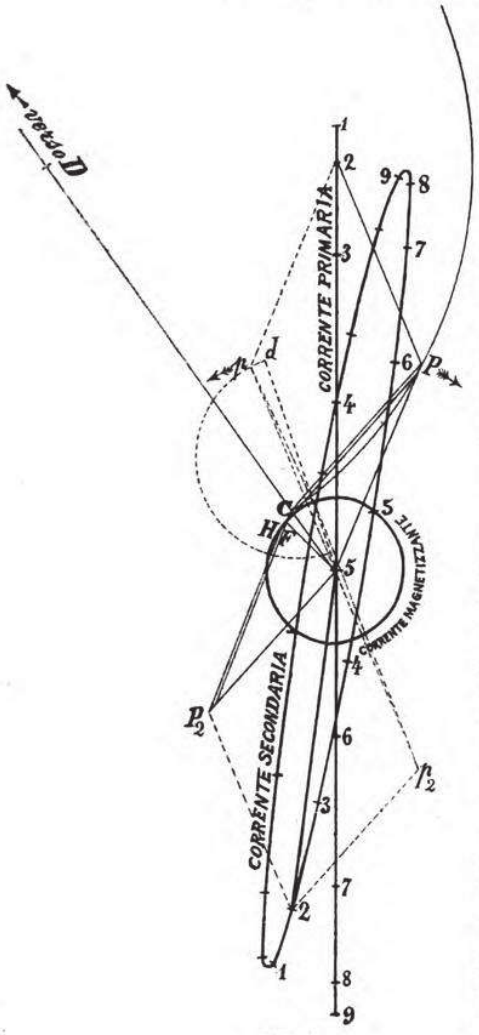


Fig. 9.

16. Ora, per applicare questo diagramma al motore monofase, è necessario di ricordare che un diagramma vettoriale di correnti può convertirsi in un diagramma magnetico girandolo di un angolo retto, e cangiando la sua scala. Di più, pei bisogni della teoria è possibile, da una parte, di riguardare il campo magnetico impresso dalla corrente primaria come scomposto — seguendo il Ferraris — in due componenti rotanti, cioè in due campi rotanti in sensi opposti; o, dall'altra parte, di riguardare la corrente stessa come risultante di due correnti rotanti. Per ragioni le quali si spiegarono, prenderemo quest'ultimo metodo. Ci siamo permesso qui di estendere un poco il concetto del Ferraris esposto nella sua Memoria intorno ai vettori rotanti.

17. Consideriamo, per semplicità, un motore bipolare, di buona costruzione, e supponiamo prima che questo giri a pieno carico. Si desidera di sapere perchè il motore gira, e come sono distribuite le correnti ed il campo magnetico. È ammesso che sia conosciuto il va-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

lore della corrente primaria, quello delle costanti della macchina, ed il valore dello *slip*. Nella fig. 9 il valore di U è preso di 12,3, e lo *slip* del 2,5 per cento.

Ora la corrente primaria è una corrente alternativa semplice circolante sempre nelle stesse spirali dell'avvolgimanto stazionario, di modo che la direzione dell'effetto del magnetismo alternativo resta fissa nello spazio. Sia questa corrente rappresentata dalla linea verticale nella fig. 9. Allorchè la corrente arriva al suo massimo valore positivo, è rappresentata dalla lunghezza dal punto 5 fino al punto 1. Durante il quarto di periodo seguente, il suo valore diminuisce regolarmente fino a zero; i suoi valori successivi vengono rappresentati dai punti 2, 3, 4 e 5, sulla stessa linea.

Nel tempo che la corrente aumenta fino al suo massimo valore negativo, i valori successivi sono dati dai punti 6, 7, 8 e 9. Il periodo completo è qui riguardato come diviso in sedici intervalli brevi, per tracciare il diagramma. Ora, secondo il principio enunciato prima, questa corrente alternativa semplice può essere riguardata come composta di due correnti rotanti di un valore costante, ciascuna uguale alla metà del massimo della corrente alternativa, e rotante in senso opposto. Le linee $5, P$ e $5, p$ sono due vettori, ciascuno uguale alla metà della linea verticale 5, 1. Il vettore $5, P$ è considerato come rotante nella direzione degli indici d'un orologio (cioè a destra) come si vede dalla freccia, ed il vettore $5, p$ nel verso opposto (od a sinistra). Sono descritti nell'istante 2 allorchè la loro risultante è il vettore 5, 2.

Ciascuna di queste correnti rotanti produrrà sull'indotto la sua influenza precisamente come le correnti rotanti in un motore polifase. Supponiamo che l'indotto giri nel senso destro con una velocità di n_2 giri per secondo, e che questa velocità sia minore del 2,5 per cento di quella del vettore $5, P$, la cui velocità è n_1. Allora la frequenza del vettore rotante $5, p$, in rapporto all'indotto sarà $n_1 + n_2$, ovvero del 197,5 per cento. Possiamo dunque tracciare un diagramma, simile alla fig. 8, per ciascuno dei vettori rotanti, precisamente come se ciascuno costituisse la corrente rotatoria di un motore polifase indipendente; lo *slip* avendo il valore in un caso di $n_1 - n_2$, nell'altro caso di $n_1 + n_2$. Il diagramma nel quale lo *slip* è del 2,5 per cento solamente è lo stesso come quella parte della fig. 8 il punto O della quale corrisponde al punto 5 della fig. 9. I parallelogrammi $C5$ e $H5$, la differenza dei quali è dovuta alla dispersione magnetica, sono stati completati per avere la linea $5\,P_2$ la quale rappresenta la corrente dell'indotto.

Per un motore dato, la posizione del punto P sopra il suo semicircolo, dipende solamente dallo *slip* $C\,S$ della fig. 8. Possiamo dunque

Biblioteca nazionale centrale di Roma

trovare la posizione di p dallo *slip* $n_1 + n_2$. È ovvio che allorchè lo *slip* $n_1 + n_2$ dell'indotto relativamente al vettore p_5 è di 80 volte maggiore dello *slip* $n_1 - n_2$ relativamente al vettore $P5$, la posizione del punto p sopra il suo semicircolo deve essere molto vicina al punto D, e molto lontano dal punto C. Dunque, la determinazione della posizione del punto p determina anche la forma vera del diagramma del motore per questo valore particolare dello *slip*. Resta di ridurre tutta la figura nelle sue dimensioni relative affinchè la componente rotatoria $p5$ della corrente primaria sia rappresentata da una grandezza medesima coll'altra componente $P5$. Questo è stato fatto nella fig. 9, nella quale la linea $d5$ corrisponde alla linea OD della fig. 8. Questa linea è allora divisa in tale modo che il diametro del semicircolo punteggiato sta a tutta linea come U sta ad $U + 1$. Si vede che la corrente secondaria nell'indotto $5p_2$, è presso a poco opposta in fase a $5p$, e che la corrente magnetizzante, la quale è la risultante di queste due, ha dunque un valore molto basso.

Allora componendo insieme i vettori $5P_2$ e $5p_2$, per l'istante particolare 2 (come nella fig. 9), otteniamo la linea 5, 2, la quale costituisce un raggio vettore dell'ellisse lunga di quella figura. Effettuando la stessa costruzione per gli istanti 1, 3, 4, ecc., per trovare il valore e la posizione delle correnti secondarie, si ha una serie di punti dei quali quest'ellisse è la trajettoria. Nella fig. 9 l'ellisse è tracciata componendo i vettori $5P_2$ e $5p_2$ in sedici posizioni successive, mentre questi vettori fanno ciascuno una rivoluzione in sensi opposti.

18. Si vede allora che la distribuzione della corrente secondaria nell'indotto di un motore monofase differisce molto da quella nell'indotto di un motore polifase. In questo la corrente secondaria si distribuisce in due o più di due fasci dei quali il massimo valore resta quasi costante. Questi fasci rotanti uniformemente, possono essere rappresentati da vettori rotanti di una lunghezza costante. Invece nel motore monofase, il raggio vettore varia tra limiti assai distanti fra loro, rappresentando una corrente la quale ha approssimativamente un carattere alternativo semplice, composto con una componente rotatoria molto piccola. La direzione di questa corrente alternativa è fissa per rapporto all'induttore, nonostante il movimento dell'indotto, e coincide colla direzione delle alternazioni della corrente primaria. Si vede allora che, nei motori monofasi come anche nei motori polifasi la corrente primaria si trova più o meno perfettamente riflessa nell'indotto.

Se si potessero ridurre la riluttanza del cammino magnetico attraverso il motore, e la resistenza dei conduttori dell'indotto, la ri-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

flessione ne diverrebbe sempre più perfetta; l'ellisse secondaria cangiando in tale modo da divenire sempre più lunga e più sottile, finchè al limite i suoi raggi vettori i quali rappresentano le correnti secondarie diverrebbero gli stessi di quelli che rappresentano le correnti primarie, ma di segno contrario. La circostanza che una definita riluttanza (o resistenza magnetica) esista nel cammino del flusso magnetico, domanda una corrente magnetizzante anche definita, per fornire la forza elettromotrice di reazione necessaria nell' induttore. È dovuto principalmente a questa corrente magnetizzante che l'immagine della corrente primaria diviene storta e diminuita nella sua intensità nell' indotto. Nel diagramma rotante e destra, la corrente magnetizzante è rappresentata dal vettore $5\,F$ il quale è la risultante delle correnti primaria e secondaria $5\,P$ e $5\,P_2$, alquanto corretta in considerazione degli effetti della dispersione magnetica. La linea $5\,F$ rappresenta (sopra la scala dei flussi) anche il valore del flusso rotante a destra, la direzione del quale sta ad angolo retto con questa linea, e cioè è presso a poco parallela alla linea $5\,P_2$. La componente della corrente magnetizzante rotante nel verso sinistro è molto piccola, nel caso scelto una ottantesima parte solamente dell' altra componente. È rappresentata dalla risultante di $5\,p$ e $5\,p_2$. Produce un flusso di minimo valore; un flusso il quale basta appunto a generare la corrente $5\,p_2$ nei conduttori dell' indotto, rotante colla velocità grande di $n_1 + n_2$. La corrente magnetizzante risultante è così rappresentata dal raggio vettore dell' ellisse piccola nel centro della fig. 9, la quale differisce molto poco dal circolo descritto per il punto F.

Il campo risultante è necessariamente presso a poco un campo rotante semplice, ed è rappresentato con un raggio vettore il quale descrive una ellisse di piccolissima eccentricità, della quale il raggio vettore forma angolo retto coll' asse maggiore dell' ellisse della corrente magnetizzante.

In tal modo avviene cha la corrente alternativa semplice nell'induttore, composta colle correnti nell'indotto rotante, producono un campo rotante quasi semplice. L'esistenza attuale di questo campo è dimostrata dalla circostanza che allorchè sono avvolte sopra l' induttore spirali le cui posizioni differiscono da quelle delle spirali dell'avvolgimento principale, in queste sono generate speciali forze elettromotrici le quali, differendo in fase dalla forza elettromotrice primaria, hanno dei valori presso a poco uguali.

Si vedrà che questo campo rotante, combinato colla corrente $5\,P_2$, colla quale rimane presso a poco in fase, produrrà una coppia assai grande, la quale si può calcolare nel modo ordinario. La corrente $5\,p_2$

Biblioteca nazionale centrale di Roma

reagisce sul campo producendo una coppia la quale cambia di segno, quando la corrente entra o lascia la sua concordanza colla fase del campo. L'effetto in un giro è minimo, perchè questo campo negativo è molto piccolo. La coppia effettiva è la risultante di queste due, e quindi è pulsatoria come la coppia prodotta da una macchina a vapore. Ma le pulsazioni hanno una frequenza tanto grande che non si osserveranno nella pratica.

Si nota che questo diagramma così costrutto rappresenta la distribuzione e le fasi delle correnti diverse e dei flussi diversi, sotto la condizione di un carico particolare. Se si cangia il carico, cangia in corrispondenza lo *slip*; e con questo si cangiano le correnti nell'induttore e nell'indotto.

19. Si può anche dedurre che le perdite di energia dalle resistenze degli avvolgimenti del motore monofase sono due volte più grandi che non quelle di un motore polifase della stessa grandezza, perchè si ha non solamente la corrente di rotazione destra, la quale produce la coppia motrice, ma anche la corrente di rotazione sinistra la quale riscalda il suo avvolgimento senza contribuire in nessuna parte utile alle forze, ma d'altronde producendo una piccola coppia resistente. Il fattore di riduzione è conseguentemente meno elevato che nel motore polifase. Di più si aggiungono anche delle perdite minori, dovute alla circostanza che la distribuzione del campo magnetico non segue una funzione sinusoidale semplice della circonferenza.

Vi sono inoltre due cose alle quali è necessario avere riguardo nell'applicazione delle figure 8 e 9 al motore monofase. Nel primo luogo la corrente magnetizzante non è la stessa che in un motore polifase. Il fascio totale rotante di correnti rappresentato da $F5$ nella figura 9 è approssimativamente lo stesso che quello di un motore polifase; ma non può essere considerato come una componente semplice della corrente primaria. Infatti è la risultante delle due correnti primaria e secondaria, ed a certi istanti è dovuta esclusivamente a quella dell'indotto. Nondimeno il magnetismo (se lo consideriamo nella sua prima origine) deve essere fornito dall'induttore.

Che è dunque la corrente magnetizzante nel motore?

Se il magnetismo ruota mentre la corrente primaria oscilla semplicemente, questo fatto dimostra che nell'indotto non può esservi una vera corrente magnetizzante. Ma se lasciamo rotare il motore alla velocità di sincronismo assoluto la corrente la quale ha origine sotto questa condizione si può misurare. Questa corrente non fa altro lavoro oltre quello di eccitare il magnetismo, e si può chiamare la corrente magnetizzante, o più correttamente la corrente al carico zero.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Si può anche dedurre che la corrente a carico zero di un motore monofase vale precisamente il doppio della corrente magnetizzante di un motore polifase della stessa grandezza, come si trova confermato dagli sperimenti, purchè sotto quel rispetto venga introdotto nel calcolo il numero dei conduttori nell'induttore di ciascuno.

Di più si può vedere che allorchè si accresce lo *slip*, il semicircolo punteggiato, sopra il quale giace il punto p, diviene sempre più grande, ed ancora che la componente della corrente rotante in senso opposto, invece di essere piccola o di poca importanza, diviene tanto grande da diminuire grandemente la coppia del motore. Infatti, il punto del massimo valore della coppia è in avanzo, ed all' istante dell'avviamento la coppia è nulla affatto. Mentre che il campo rotante nel verso sinistro aumenta, il campo rotante nel verso destro diminuisce in tale modo che la forza elettromotrice nei conduttori dell' induttore rimanga costante. La corrente rotante nel verso destro prende allora solamente la metà del valore che avrebbe nel motore polifase. Nello stesso tempo la corrente sinistra prende lo stesso valore.

È possibile estendere la costruzione grafica dell'Heyland per dimostrare tutte queste condizioni.

20. Finalmente le stesse considerazioni si troveranno applicabili al trasformatore di fase del Ferraris e del Prof. Arnò. Questa macchina interessante può essere trattata come la combinazione di due macchine, l'una funzionando come motore monofase oppure polifase, l'altra come generatore asincrono monofase, quest'ultimo ricevendo da quello il suo movimento. Non è difficile di capire che il principio delle immagini elettromagnetiche si può applicare ancora alle macchine di questa specie.

21. In conclusione mi sia permesso di esprimere la mia convinzione intorno ai vantaggi che possono derivare dall' introduzione in una scienza delle idee proprie ad un'altra affatto differente. Quanto sia fecondo l'incrociamento delle scienze è dimostrato da molti esempi notevoli negli anni recenti.

Fra essi, cospicua per la sua eleganza, si vede la teoria del motore monofase data al mondo dall'illustre Prof. Galileo Ferraris, la morte prematura del quale non abbiamo cessato di lamentare. L'idea di analizzare un movimento lineare periodico, o vettore alternativo, risolvendolo in due movimenti circolari uguali fra loro ma di versi opposti, cioè in due vettori rotanti fu originalmente suggerito da Fresnel nella sua ricerca di ottica fisica affine di spiegarne la rotazione del piano di polarizzazione della luce nel quarzo. Il Ferraris, del quale la maestria nell' ottica era non meno suprema che nell'elettricità, se-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

guendo la vera ispirazione del suo genio, si impadronì di quest' idea infondendola nel tessuto vivente dell'elettrotecnica.

La sua teoria intorno al motore monofase asincrono è veramente un trionfo dell'ottica trasportata in un terreno nuovo.

Cent' anni sono passati dopo la grande scoperta dell' immortale Volta, quest'eroe di scienza, al quale noi siamo venuti a fare oggi le nostre onoranze.

In tutto questo secolo l'Italia, la quale ha veduto nascere molti fisici illustri, non ha prodotto nessuno più degno del Ferraris di essere onorato dagli elettricisti di altre nazioni. Mi accorderete il privilegio di deporre sulla sua tomba, quest'ultimo tentativo di utilizzare nell' elettrotecnica i concetti dell'ottica, come pegno di rispetto e di riverenza.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 69.

VERBALE

della seduta antimeridiana del 19 Settembre 1899 (ore 9)

DEL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

COMO — Sala del Broletto.

On. Prof. G. Colombo. Apre la Seduta e comunica che l'illustre Marconi da lui invitato a partecipare al Congresso e ad esporre gli ultimi risultati dei propri studi ha risposto chiamandosi dolente di non poter tenere l'invito, dovendo in quei giorni stessi trovarsi a New York per impiantare il telegrafo senza fili a Cuba e all'Avana.

Dà poi lettura del telegramma di S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione che delega l'On. Prof. G. Colombo a rappresentarlo e di quello del Comitato pel Congresso degli Ingegneri in Bologna, che fa voto pel buon esito del Congresso e delega a rappresentarlo il Prof. E. Donati.

Da ultimo invita l'Assemblea a procedere alla nomina della Presidenza del Congresso, nomina ommessa nella seduta precedente per l'intervento dei Sovrani.

On. Sen. Prof. P. Blaserna. Propone che l'On. Prof. G. Colombo che così ben seppe preparare ed ordinare il Congresso abbia a dirigerlo.

L'Assemblea accoglie con applauso la proposta. Viene pure confermato pel Congresso l'Ufficio di Presidenza del Comitato pel Congresso.

On. Prof. G. Colombo. Si dichiara ben onorato dall'invito che accetta.

Invita il Prof. E. Mascart a fare all'Assemblea la propria comunicazione a titolo: *Volta in Francia* sul soggiorno di Volta a Parigi nell'occasione in cui presentò all'Istituto di Francia la pila.

Prof. E. Mascart. Legge la comunicazione in atti. *(Vivi applausi.)*

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Ringrazia il Prof. E. Mascart e dà quindi la parola al Prof. S. P. Thompson.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Prof. S. P. Thompson. Legge la propria memoria: *Intorno alle imagini magnetiche ed alla loro applicazione alla teoria dei motori a campo magnetico rotante. (Vivi applausi.)*

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Ringrazia il Prof. S. P. Thompson specie pel saluto che volle portare al compianto Galileo Ferraris ed invita l'Assemblea a rinnovare l'applauso in segno di solenne ringraziamento.

I presenti si alzano tutti in piedi plaudendo.

Prof. E. Riecke presenta ed offre ai Congressisti degli esemplari di un numero del nuovo giornale *Die Physikalische Zeitschrift* fondato dai Professori dell'Università di Gottinga, ed invita i Congressisti ad appoggiarlo comunicandogli i risultati dei loro studi e delle loro esperienze.

Si passa quindi all'argomento:

" Delle Perturbazioni prodotte dalle ferrovie elettriche sui galvanometri. "

On. Sen. Prof. P. Blaserna, *Vicepresid.* Legge la propria memoria: *Sulle perturbazioni prodotte dalle ferrovie elettriche sui galvanometri. (Vivi applausi.)* Conchiude proponendo che l'Assemblea inviti il Governo a raccomandare ai Comuni di tener presente nella Concessione di nuove linee di tramvie elettriche il danno che può derivare agli istituti scientifici dalle perturbazioni che le correnti elettriche producono sui galvanometri.

G. Kapp. Teme che queste raccomandazioni possano intralciare lo sviluppo delle tramvie elettriche, che tanto contribuiscono al benessere generale. Osserva che il maggior disturbo è dato dalle correnti di terra che non si possono togliere con qualunque sistema; quanto alle azioni perturbatrici sugli aghi magnetici, ritiene conveniente che gli sforzi degli scienziati vengano diretti allo studio di nuovi tipi di galvanometri, insensibili alle lamentate perturbazioni.

Ing. A. Campiglio. Si associa a G. Kapp.

Prof. E. Hospitalier. Appoggia pure G. Kapp, osservando che di solito tali raccomandazioni vengono dai Governi tradotte in leggi e queste inasprite con regolamenti, che nel caso speciale costituirebbero un nuovo incaglio allo sviluppo dell'elettrotecnica.

Ing. R. Pinna. Si associa a quanto è stato osservato dai precedenti oratori, notando altresì che la raccomandazione sarebbe in ogni caso tardiva, perchè nelle città principali, dove appunto si trovano

Biblioteca nazionale centrale di Roma

quegli Istituti scientifici che l'On. Sen. Blaserna vorrebbe difendere, le concessioni vennero già date. Egli d'altronde nota che anche le tramvie ad accumulatori recano gravi perturbazioni, come rilevò la Commissione nominata dal Municipio di Torino di cui egli faceva parte, per studiare le perturbazioni causate dalla tramvia ad accumulatori sui galvanometri dell'Istituto di Fisica di quella R. Università.

Prof. G. Mengarini. Richiama l'attenzione dell'Assemblea su un altro ordine di danni causati dalle correnti elettriche, e specialmente sulle corrosioni delle condutture di acqua e di gas causate dalle correnti di ritorno per la terra; e sostiene la necessità che le Commissioni Governative incaricate dell'esame degli impianti elettrici abbiano ad occuparsi anche dei feeder, degli attacchi delle rotaie e dei ritorni per la terra.

Ing. L. De Andreis. Osserva che la questione non è matura, ed ha bisogno di nuovi studi.

On. Prof. P. Blaserna, *Vicepresid.* Rileva che per le misure industriali vi sono galvanometri abbastanza buoni insensibili alle perturbazioni esterne, ma non così per le misure scientifiche, per le quali occorrono istromenti semplicissimi, e ritiene che si debba trovare una via di accordo tra l'Elettrotecnica e la Fisica pura. Rispondendo poi all'ing. Pinna osserva che le concessioni si danno dai Municipi non in perpetuo ma a brevi scadanze.

Propone che la questione venga portata ad una nuova riunione, insieme a quella sollevata dal Prof. Mengarini.

L'Assemblea annuisce.

On. Prof. P. Blaserna, *Vicepresid.* Legge la propria memoria: *Sulle variazioni secolari della inclinazione magnetica nei tempi antichi. (Vivi applausi.)*

La seduta viene tolta alle ore 12.

Il Presidente
G. COLOMBO.

I Segretari:
Ing. A. Bianchi.
Ing. A. Giussani.

Il Segretario Genenerale
Ing. A. Panzarasa.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 70.

VERBALE

della seduta pomeridiana del 19 Settembre 1899 (ore 14)

DEL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

COMO — SALA DEL BROLETTO

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Dà la parola al Prof. A. BATTELLI. Questi legge una memoria in atti: *Sulla trasformazione della corrente alternata in continua, mediante assorbimento attraverso un liquido. (Vivi applausi.)*

Prof. G. GRASSI. Legge la propria memoria in atti a titolo: *Studi ed esperienze sulla trasformazione della corrente trifase in monofase. (Vivi applausi.)*

Prof. R. ARNÒ. Legge la propria memoria: *Metodi ed istrumenti di misura per sistemi trifasi, basati sopra speciali proprietà dei sistemi stessi. (Vivi applausi.)*

Prof. E. MAJORANA. Legge la propria memoria: *Sulla teoria del contatto. (Vivi applausi,)* — La discussione in merito è riferita a pag. 137 del presente volume.

Prof. L. LOMBARDI. Legge la propria memoria: *Sui condensatori elettrici per alte tensioni. (Vivi applausi.)*

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Propone che l'importante questione della *Terminologia elettrica* sia ulteriormente studiata in seno alle due Associazioni (Elettrotecnica e Fisica), e ne venga quindi rimandata la soluzione al prossimo anno.

Prof. G. GRASSI e Prof. L. DONATI, *Relatori*. Si associano alla proposta dell'On. Presidente, ritenendo che la questione non sia ancora ben matura.

L'Assemblea approva il rinvio, e la Seduta viene tolta alle ore 17,30.

Il Presidente
G. COLOMBO.

I Segretari:
Ing. A. BIANCHI.
Ing. A. GIUSSANI.

Il Segretario Generale
Ing. A. PANZARASA.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 71.

VERBALE

della seduta pomeridiana del 23 Settembre 1899 (ore 14)

DEL PRIMO CONGRESSO NAZIONALE DI ELETTRICISTI

(Seduta di chiusura)

COMO — SALA DEL BROLETTO

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Legge una lettera di commiato e di ringraziamento del Prof. K. S. Lemström. [1]

L'Assemblea incarica la Presidenza di esprimere all'illustre Professore finlandese i propri sentimenti di simpatia e di riconoscenza.

Prof. J. H. VAN T' HOFF. Si scusa di non aver potuto prendere parte alle precedenti sedute del Congresso, avendo dovuto presiedere le sedute della Società Elettrochimica Tedesca, tenutesi in Monaco appunto nei giorni precedenti. Dice che il proprio intervento al Congresso ha due scopi precipui: prendere parte alle Onoranze a Volta, e portare ai colleghi italiani il saluto cordiale degli elettrochimici tedeschi.

---

[1] Ecco le parole rivolte ai Congressisti dal Prof. K. S. LEMSTRÖM:

Venu d'un pays situé bien loin au Nord pour honorer la memoire du grand Volta et ses decouvertes immortelles et pour feliciter la Société de Physique et la Société des Electriciens à leurs grandes traditions et à leurs travaux importants et fructueux, dignes de ces traditions, j'ai été reçu avec une hospitalité si amicale et si cordiale que je suis touché au fond de mon coeur et je vous prie de vouloir bien recevoir mes remerciments les plus sincères. J'ose exprimer mes souhaits vifs que l'avenir de l'Italie deviendra si beau et si heureux comme le passé a été splendide et le présent est florissant.

Il me reste encore un devoir bien cher, c'est d'exprimer ma gratitude la plus ardente pour les sentiments bienveillants et les sympathies chaleureuses que tant des savants italiens ont bien voulu montrer à ma patrie, la Finlandie qui se trouve à présent dans des difficultés politiques graves. Cette participation si bienveillante et si chaleureuse, nous a été une consolation bien grande qui nous a fortifié dans nos espérances pour l'avenir. Je porte dans mon coeur de Como des souvenirs les plus agréables pour toute ma vie et je vous prie encore une fois de recevoir mes remerciements le plus sincères.

SELIM LEMSTRÖM.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Porge in nome dell'Assemblea i più vivi ringraziamenti all'illustre Presidente della detta Società, e lo prega di voler ricambiare ai colleghi tedeschi il saluto fraterno.

Prof. A. Volta. Legge la propria memoria: *Intorno alla opportunità di riunire in un'unica pubblicazione le opere sparse di Volta. (Vivi applausi.)*

L'Assemblea in seguito alla discussione riassunta a pag. 75 approva all'unanimità il seguente

ORDINE DEL GIORNO:

Il Primo Congresso Nazionale di Elettricisti fa voti che il Governo voglia prendere in benevola considerazione l'opportunità di riunire in un'unica pubblicazione tutte le opere di Volta, continuando così l'iniziativa da lui già presa colla pubblicazione delle opere di Galileo.

Premio Sacchi-Strazza.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Comunica che i Signori Augusto Sacchi ed Osvaldo Strazza hanno posto a disposizione dell'On. Sindaco di Como L. 3000 quale loro contributo per le Onoranze a Volta, e che l'On. Sindaco Comm. G. B. Cadenazzi devolse tale somma ad un concorso di studi elettrici, incaricando il Congresso di fissarne il programma.

Ing. L. De Andreis. Propone che venga affidata alla Presidenza delle due Associazioni di Fisica ed Elettrotecnica l'incarico di predisporre il Concorso.

Prof. G. Grassi. Raccomanda che non si fissino dei temi precisi, ma si lasci molta libertà ai concorrenti.

Prof. A. Righi. Propone che si stabiliscano due premi uguali, uno per la fisica pura, e l'altro per l'elettrotecnica.

Ing. C. Montù. Propone tassativamente che non si fissi nessun tema, e che i due premi vengano assegnati ai due migliori lavori di elettrologia e di elettrotecnica.

On. Prof. Colombo, *Presidente*. Raccogliendo e coordinando le diverse proposte, pone ai voti *che vengano stabiliti due premi ciascuno di L. 1500 per i due migliori lavori rispettivamente di elettrologia e di elettrotecnica senza fissazione nè limitazione alcuna di temi.*

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il Concorso pel miglior lavoro di elettrologia è deferito alla Presidenza della Società Italiana di Fisica. Quello pel miglior lavoro di Elettrotecnica è deferito alla Presidenza dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

La proposta viene approvata all'unanimità.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Comunica che il Comitato Esecutivo della Esposizione Voltiana ha diretto una lettera alla Presidenza, pregandola di invitare il Congresso a nominare *la Giurìa per la Mostra Elettrica.*

L'Assemblea ne deferisce la nomina alla Presidenza.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Comunica che La Società Internazionale dei proprietari d'alberghi, con sede in Colonia ha posto a disposizione del Comitato Esecutivo dell'Esposizione Voltiana *3 medaglie d'oro e 3 d'argento pei migliori perfezionamenti arrecati al riscaldamento elettrico degli alberghi ed alle cucine elettriche.*

Il Comitato esecutivo ha bandito un concorso, di cui legge le modalità.

Seguito della discussione "Sulle Perturbazioni prodotte dalle ferrovie elettriche sui galvànometri.„

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Ricorda che nella prima seduta del Congresso venne rinviata ogni decisione in merito alla proposta dell'On. Sen. P. Blaserna relativa ai provvedimenti contro *le perturbazioni prodotte dalle tramvie elettriche sui galvanometri;* invita l'Assemblea a deliberare.

Ing. A. Panzarasa, *Segretario Generale.* Nella seduta precedente dell'Associazione Elettrotecnica del Congresso pur essendosi toccato dell'argomento delle perturbazioni prodotte dagli impianti di tramvie elettriche agli impianti telefonici, telegrafici e agli istrumenti di fisica, si limitò per ora lo studio delle norme di sicurezza degli impianti elettrici ai danni più gravi quali incendi, infortuni di persone. Ciò non toglie che l'argomento di quelle perturbazioni debba formar oggetto di serio studio per gli elettricisti.

Però, anzichè eccitare il Governo a misure che pregiudicherebbero lo sviluppo degli impianti tramviari ed elettrici in genere, sarebbe opportuno che il Congresso si limitasse ad istigare gli elettrotecnici a studiar essi, che tali perturbazioni apportano ai fisici, la soluzione del problema; potrebbe anzi invitare la Presidenza dell'A. E. I. a

Biblioteca nazionale centrale di Roma

segnalare come opportuna la trattazione di un tal tema, fra quelle che potrebbero concorrere ai premi, pei quali essa stanziò nel proprio bilancio per l'anno 1900 alcuni fondi.

On. Sen. Prof. P. Blaserna, *Vicepresid.* Crede la propria proposta così blanda che non dovrebbe incontrare opposizione, ad ogni modo si dichiara ben lieto che gli Elettrotecnici siano disposti ad occuparsi della importante questione. I fisici l'hanno già studiata, la studiino ora gli elettrotecnici, e certo dagli studi comuni avranno origine saggie decisioni. Si associa quindi alla proposta dell'Ing. Panzarasa, proposta che l'Assemblea, in seguito anche all'assicurazione dell'On. Presidente di far studiar la questione dall'A. E. I., approva ad unanimità.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Comunica alcuni documenti presentati al Congresso dall'Ingegnere C. Barzanò, che completano le pubblicazioni voltiane, e la interessante comunicazione fatta nella prima seduta dal Prof. E. Mascart; lo ringrazia in nome dell'Assemblea, e dispone che ne venga data relazione negli Atti del Congresso.

Presenta pure una memoria allora pervenuta alla Presidenza dell'ing. Guido Semenza assente, avente a titolo: *L'indirizzo attuale nelle trasmissioni elettriche ad alto potenziale*, la quale o verrà pubblicato sugli Atti del Congresso o sarà letta nella Sezione di Milano A. E. I. per la relativa discussione.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Dichiara chiuso colla seduta il Congresso.

Riassume il lavoro fatto e lo ritiene non indegno del grande che si volle commemorare, e della cortese collaborazione di tanti illustri scienziati, e delle due Associazioni italiane, la Società Italiana di Fisica e l'Associazione Elettrotecnica Italiana, che si diedero convegno al Congresso ad un comune lavoro.

Si rallegra vivamente che per la prima volta in Italia siano intervenuti ad un sì cordiale Congresso professori eminenti di fisica pura e di fisica applicata e distintissimi ingegneri.

Questo connubio della teoria e della pratica che è sempre stato fecondo di risultati, lo fu singolarmente in quest'occasione e lo sarà pure nell'avvenire nelle riunioni che indubbiamente si presenterà è occasione di indire nell'interesse della scienza e delle applicazioni elettriche.

È certo di interpretare l'animo degli Elettricisti Italiani convenuti portando il più cordiale saluto a tutti i colleghi stranieri che vollero unirsi a loro nell'onorare la memoria di Alessandro Volta.

Invita l'Assemblea ad alzarsi in segno manifesto dei propri sentimenti. (Tutti si levano con vivi applausi.)

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Ringrazia infine l'Assemblea che lo volle Presidente e gli illustri colleghi che le coadiuvarono. *(Vivissimi applausi.)*

Prof. W. E. Ayrton. In nome proprio e dei Colleghi esteri ringrazia dell'onore loro fatto invitandoli ad un Congresso così ben riuscito, ed importante. Dichiara di essere ben lieto di aver potuto conoscere ed apprezzare da vicino la nazione italiana, in cui gli studi e le applicazioni elettriche hanno fatto tanti progressi.

In special modo poi deve un tributo di ammirazione all'On. Prof. G. Colombo che seppe dirigere i lavori con tanta abilità e cortesia.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Risponde ringraziando il Prof. Ayrton ed i suoi illustri colleghi della loro benevolenza.

Termina invitando l'Assemblea a sciogliersi plaudendo al Re ed alla Regina. *(Vivi applausi.)*

La seduta viene tolta alle ore 16,15.

Il Presidente
G. COLOMBO

I Segretari:
Ing. A. Bianchi.
Ing. A. Giussani.

Il Segretario Generale
Ing. A. Panzarasa.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 72.

III RIUNIONE ANNUALE

DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

COMO. SETTEMBRE 1899.

Circolare di Convocazione.

Milano, Settembre 1899.

Egregio Consocio,

In conformità alla circolare di invito alla Commemorazione di Alessandro Volta ed al Primo Congresso Nazionale di Elettricisti, mi pregio mandarle l'Ordine del giorno ed i documenti per l'Assemblea Generale del 1899 della nostra Associazione.

Nell'Ordine del giorno dell'Assemblea di quest'anno non sono comprese le nomine del Consiglio poichè esse avranno luogo nelle singole Sezioni nei mesi di Novembre e Dicembre secondo il nuovo Statuto che deve andare in vigore il 1.° Gennaio 1900.

Assecondando poi il desiderio espresso da molti Soci dell'Assemblea Generale di Torino del 1899, quest'anno si sono compilati tre bilanci, e cioè il Consuntivo del 1898, il Preventivo del 1899 e quello dell'anno venturo 1900.

ORDINE DEL GIORNO DELL'ASSEMBLEA GENERALE

21 Settembre, ore 9 (Sala del Broletto).

1.° Comunicazione della Presidenza.
2.° Discussione in merito alle proposte di modificazione alla legge 10 Agosto 1894 n. 2644, sulle derivazioni di acque pubbliche, e relative disposizioni Ministeriali.
3.° Lettura dell'Ing. G. Sartori: *Sull'accoppiamento degli alternatori comandati da motori a gas.*

21 Settembre, ore 14 (Sala della Società del Casino).

4.° Lettura del Prof. R. Arnò sul tema: *Apparecchi di misura e di controllo a campo elettrico rotante;*
5.° Bilancio dell'Associazione.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

6.° **Discussione delle seguenti proposte del Socio Ing. G. Dompieri:**

a) **Istituzione del Segretariato Generale dell'Associazione con sede fissa a Milano.**

b) **Modificazione dell'Art. 11 dello Statuto votato in Torino il 1898.**

Testo Statuto votato.	**Modificazione proposta.**
Art. 11, allinea 7 e 8: *Il Presidente, il Segretario Generale, il Cassiere devono appartenere ad una medesima Sessione. La nomina del Segretario Generale e del Cassiere avverrà dopo la proclamazione del Presidente, e sarà fatta collo stesso procedimento.* *Il Presidente, i tre Vicepresidenti, il Segretario Generale, il Cassiere durano in carica tre anni e non sono immediatamente rieleggibili alla medesima carica.*	Art. 11: *Il Presidente ed i Vicipresidenti durano in carica tre anni e non sono immediatamente rieleggibili.* *Il Segretario Generale ed il Cassiere devono risiedere a Milano e sono rieleggibili: la loro nomina avverrà dopo la proclamazione del Presidente e sarà fatta cogli stessi procedimenti.* *Gli impiegati della Segreteria saranno stipendiati. Il Segretario Generale verrà risarcito delle spese di viaggio e rappresentanza: non appena coll'incremento della Società il bilancio lo permettesse, gli sarà assegnata una indennità personale.*

---

22 Settembre, ore 14 (Sala del Broletto).

7.° **Discussione sulle** *Norme di sicurezza per gli impianti elettrici.* **Relatore Ingegnere A. Panzarasa.**

23 Settembre, ore 9 (Sala del Broletto).

Seguito della discussione sulle *Norme di sicurezza per gli impianti elettrici:*
8.° **Proposte varie di Soci.**

Nella lusinga che Ella non vorrà mancare al geniale convegno di quest'anno in Como, colla più distinta considerazione mi creda,

Il Presidente
G. COLOMBO.

Il Segretario Generale
Ing. A. PANZARASA.

N. 73. ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

BILANCI

Conto Consuntivo 1898.

ENTRATA.

Avanzo 1897	L.	218	89		
Sopravvenienze attive 1897	„	87	10	305	99
Contributo di 490 Soci a L. 10	„			4900	—
Ricavo Atti:					
Vendita	„	295	50		
Pubblicità degli Atti	„	518	—	813	50
Entrate varie:					
Interessi al 31 Dicemb. 1898	„	23	71		
Residuo banchetto sociale II.ª Riunione.	„	122	—	145	71
Totale	L.			6165	20

USCITA.

Stampati:					
1) Statuto, Elenco Soci, Circolari	L.	306	—		
2) Stampa Atti, Cliché, Tav., Reclame, Estratti e Spediz.	„	3142	99		
3) Stampati per documenti Commissioni	„	417	—	3865	99
Cancelleria, tessere annuali, ecc.	„			320	38
Amministrazione:					
1) Personale di scritturaz.	„	702	50		
2) Spese postali di corrisp.	„	131	92		
3) Affitto locale	„	200	—		
4) Spese per mancie, piccolo mobilio, annuari, ecc. . .	„	219	99	1254	41
Riunione Annuale:					
Spese di stampati, tessere varie, personale di scritturazione, posta, mancie, ecc. per la II.ª Riunione annuale . .	L.			562	68
Spese varie:					
Corona mort. a Fr. Tosi in unione alla Sez. Milano A. E. I. - quota della S. Cen.	„			40	—
Totale Spese	L.			6043	46
Avanzo anno 1898	„			121	74
	L.			6165	20

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Conto Preventivo 1899.

ENTRATA.

Avanzo 1898	L.	121	74
Contributo Soci di 630 a L. 10	„	6300	—
Ricavo Atti:			
Vendita Atti	L. 250 —		
Pubblicità	„ 550 —	800	—
Entrate vari. Interessi, ecc.	L.	78	26
Totale	L.	7300	—

USCITA.

Stampati:				
1) Statuto, Elenco Soci, Circ.	L.	550	—	
2) Stampa Atti, Cliché, Tav., Reclame, Estratti, Spediz.	„	4000	—	
3) Stampati per Commissioni	„	400	—	4950 —
Cancelleria, tessere annuali, ecc.	„			200 —
Amministrazione:				
1) Personale di scritturaz.	„	800	—	
2) Spese postali di corrisp.	„	150	—	
3) Affitto locale	„	200	—	
4) Spese per mancie, piccolo mobilio, annuari, ecc.	„	350	—	1500 —
Riunione Annuale anche quale concorso al Congresso Nazionale di Elettricisti	L.			500 —
Spese varie	„			50 —
Totale spese	L.			7200 —
Avanzo anno 1899	„			100 —
Totale	L.			7300 —

Conto spese per l'agitazione contro il Progetto di aumento della Tassa sull'Energia Elettrica.

ENTRATA.

Contributo di L. 50 cad. delle seguenti Società: Fabbrica Nazionale di accumulatori, Brevetto Tudor, Genova — Gadda & C., Milano — Officine Elettriche Genovesi, Genova — Pirelli & C., Milano — Reinacher & Ott, Milano — Società Anglo-Romana per la Illuminazione di Roma, Roma — Società Anonima di Elettricità già Schuckert & C., Milano — Società Anonima di Elettricità Alta Italia, Torino — Società Anonima e Torinese Tramway di Torino, Torino — Società Anonima Piemontese di Elettricità, Torino — Società Generale Italiana Edison di Elettricità, Milano — Società Generale per la Illuminazione, Napoli — Società Illuminazione Elettrica di Venezia, Venezia — Società Italiana dei Forni Elettrici, Roma — Società Italiana pel Carburo di Calcio, Acetilene ed altri Gas, Roma — Società Italiana Siemens per Impianti Elettrici, Milano — Società Lombarda per distribuzione di Energia Elettrica, Milano — Società Toscana per Imprese Elettriche, Firenze	L.	900	—
Future contribuzioni	L.	193	50
Totale	L.	1093	50

USCITA.

Circolare di convocazione per la Riunione di Roma del 15 Dicembre 1898	L.	31	—
Stampa Ordine del giorno Ing. Jona, Panzarasa, Banti - Copiature varie	„	102	—
Spese postali per spedizione Ordine del giorno ai Soci ed agli Industriali	„	103	65
Stampa del Mem.e dell'A. E. I. (4000 copie)	„	550	—
Spese postali per spediz. del Memoriale	„	175	85
Personale di scritturazione e spedizione	„	131	—
Totale	L.	1093	50

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Conto Preventivo 1900.

ENTRATA.

Avanzo 1899			L. 100	—
Contributo Soci:				
a) Individuali N. 640 a L. 10	L. 6400	—		
b) Collettivi „ 100 „ 20 „	2000	—	8400	—
Totale n. 740.				
Ricavo Atti:				
Vendita e Pubblicità			L. 1000	—
Entrate varie			„ 100	—
Totale			L. 9600	—

USCITA.

Stampati:						
1) Statuti, Elenco Soci, Circ.			L. 500	—		
2) Stampa Atti, Cliché, Tav., Reclame, Estratti, Spediz.			„ 4000	—		
3) Stampati per Commissioni			„ 500	—	5000	—
Cancelleria, tessere ann., ecc.					„ 200	—
Amministrazione:						
1) Personale:						
Retribuz. a un „ Segret.°	L. 1200	—				
„ p. cont. e scritur.	„ 800	—				
Rimborso spese viaggi al Segr. Gener.°, al Segretario, ecc. .	„ 500	—	2500	—		
2) Spese postali			L. 175	—		
3) Affitto locale			„ 200	—		
4) Spese per mancie, piccolo mobilio, annuario, ecc. .			„ 300	—	3175	—
Riunione Annuale					L. 600	—
Premi, medaglie, concorsi, ecc., a disposizione del Consiglio					„ 500	—
Spese varie					„ 125	—
Totale					L. 9600	—

Il Cassiere
Prof. F. Grassi.

Il Presidente
G. COLOMBO.

Il Segretario Generale
Ing. A. Panzarasa.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 74.

VERBALE

della seduta antimeridiana del 21 Settembre 1899 (ore 9)

DELLA III.ª RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.

COMO — SALA DEL BROLETTO.

Discussione in merito alla "Legge sulle Derivazioni di acque pubbliche a scopo di forza motrice.„

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Apre la discussione in merito *alle proposte di modificazione alla Legge 10 agosto 1894, N. 2644 sulle derivazioni di acque pubbliche e relative disposizioni Ministeriali*, e rammenta anzitutto l'ordine del giorno votato nella Riunione dell'anno passato. Posteriormente il Governo nominò una Commissione di funzionari, che elaborò un disegno di Legge il quale fu presentato al Senato che lo passò ad una Commissione per l'esame. Già questa stava stendendo la propria relazione quando la sessione fu chiusa.

Il disegno di Legge predisposto dal Governo è gravoso, specialmente per gli art. 3 e 13.

L'Art. 3 sanziona il principio contenuto nella Circolare dell'onorevole Afan de Rivera, per cui il Governo si riserva di accaparrare le forze idrauliche per interessi pubblici presenti o futuri.

L'Art. 13 riserva al Governo il diritto di togliere o limitare senza indennizzo le concessioni già date.

Già alcune Sezioni della A. E. I. ed alcuni Collegi degli Ingegneri hanno presentato al Governo memoriali contrari al disegno di Legge; importa ora che il Congresso si pronunci sul grave argomento, con un ordine del giorno.

Ing. A. DIATTO. Prega si dia lettura dell' ordine del giorno già predisposto dalla Presidenza, essendo più agevole di far la discussione intorno a proposte concrete.

Comm. Ing. O. LATTES. Quale delegato dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio ad assistere alle sedute del Congresso, assicura che il Ministero si interessa vivamente della questione, e non mancherà di prendere in attento esame l'odierna discussione.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Prof. C. Saldini, Prof. L. Zunini, Ing. G. B. Pirelli sono d'avviso che convenga lasciare al Governo la facoltà di revocare o limitare le concessioni, ma con equivalente indennizzo, salvo il caso che il corso delle acque venga modificato per cause naturali, o per cause di interesse generale, che includano la correzione dell'alveo.

Prof. G. Mengarini, *Vice Presidente.* Sostiene la convenienza che anche in casi di correzione degli alvei il Governo corrisponda l'indennizzo.

Ing. L. De Andreis. Desidera che non si dimentichi la gravità dell'art. 3. È vero che attualmente la Commissione nominata dal Ministro è benigna verso gli industriali, e ne esamina ed accoglie le domande con criteri larghi; ma le Commissioni cambiano, e cambiano pure i Ministri dai quali le Commissioni ricevono sempre l'indirizzo. Preferirebbe che la nuova Legge non accentrasse tutto nelle mani della Commissione, ma lasciasse alle Autorità locali almeno le concessioni meno importanti.

Prof. L. Zunini. Propone che l'Assemblea si occupi del modo con cui la Commissione permanente sarà composta. Il disegno di Legge mette nella Commissione un solo industriale, la cui influenza potrà essere ben piccola in mezzo a tanti funzionari governativi. Occorre quindi che il numero dei rappresentanti dell'industria del paese sia assai maggiore.

Ing. G. B. Pirelli e Ing. L. De Andreis. Propongono che vengano accennate nell'ordine del giorno anche i voti e le memorie stese dalle diverse Sezioni della A. E. I. e dai vari Collegi degli Ingegneri.

Dopo una viva discussione, alla quale oltre ai precedenti prendono parte anche gli ing. Pinna, Diatto, Netti e prof. Rumi, l'Assemblea approva alla unanimità l'ordine del giorno della Presidenza, così dalla stessa modificato.

ORDINE DEL GIORNO.

La Sezione Elettrotecnica del Primo Congresso Nazionale di Elettricisti,

Esaminato il disegno di legge presentato al Parlamento dal Ministero dei Lavori Pubblici nella tornata del 17 marzo 1899,

Conferma l'ordine del giorno votato nella II Riunione annuale della A. E. I. il 26 settembre 1898 in merito alla Circolare 17 giugno 1898 del Ministero dei Lavori Pubblici,

Fa voti perchè, ove il Governo ripresenti al Parlamento un nuovo disegno di Legge sulle derivazioni di acque pubbliche, siano adottate in esso disposizioni, le quali pur tenendo conto dei legittimi interessi

Biblioteca nazionale centrale di Roma

ferroviari e di altri di ordine pubblico non pongano un troppo grave ostacolo al libero svolgimento dell'industria privata per le ragioni già indicate nel succitato ordine del giorno che si allega. Chiede che nella composizione della Commissione di cui nel citato disegno di Legge si faccia un'equa parte alla rappresentanza degli industriali.

Chiede anche che la revoca eventuale o la limitazione di una concessione previste nel sopracitato disegno di Legge, ove abbiano luogo per altre cause che non siano cause naturali o necessità di disciplinare nell' interesse generale il regime delle acque, diano diritto ad indennità.

Si augura infine che nel legiferare di nuovo in questa materia così vitale per la economia del paese, i Ministri competenti tengano il dovuto conto dei voti, qui allegati che sul disegno di legge furono già espressi dalle Sezioni della A. E. I. e dai Collegi degli Ingegneri e si ispirino ai più elevati e larghi criteri di libertà e progresso.

Incarica la Presidenza del Congresso di presentare questo voto al Governo.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Comunica come essendo l'ingegnere G. Sartori assente per ragioni d'ufficio non può venir letta la sua Memoria all'ordine del giorno *Sull'accoppiamento degli alternatori comandati da motori a gaz.* [1]

La seduta è tolta alle ore 11.

Il Segretario Generale
Ing. A. Panzarasa

Il Presidente
G. COLOMBO.

---

[1] L'Ing. Sartori leggerà prossimamente la propria Memoria alla Sezione di Milano dell'A. E. I. promovendo così un utile discussione sull'importante argomento.

Ing. A. P.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 75.

VERBALE

della seduta pomeridiana del 21 Settembre 1899 (ore 14)

DELLA III.ª RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.

COMO — SALA DEL BROLETTO.

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Dà la parola al Prof. R. Arnò che legge la propria memoria: *Apparecchi di misura e di controllo a campo elettrico rotante.*

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Presenta il Conto Consuntivo del 1898, che viene approvato senza discussione, indi apre la discussione sul Conto Preventivo 1899, che viene pure approvato.

Ing. R. PINNA. Si fa interprete di tutti i Soci porgendo all'On. Presidente ed al Segretario Generale Ing. A. Panzarasa, vivi ringraziamenti per l'opera utilissima compiuta nel fare opposizione al disegno di legge governativo per l'aumento di tassa sulla energia elettrica.

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Ringrazia anche a nome dell'Ing. Panzarasa, e quindi apre la discussione sul Conto Preventivo del 1900 e nota che in esso le spese di amministrazione sono molto aumentate, pel fatto che essendo aumentato molto il lavoro è necessario provvedere a qualche personale convenientemente rimunerato.

Ing. F. SANTORO. Approva il concetto della Presidenza e raccomanda la sollecita pubblicazione degli Atti della Società.

Tenente G. CASTAGNERIS. Rileva il danno che deriva dallo spostamento triennale della Segreteria da città a città.

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Osserva come prima di fare al riguardo delle modificazioni allo Statuto conviene attendere i risultati di una più lunga pratica.

Ing. C. MONTÙ. Rivolge vive parole di ringraziamento all'ingegnere A. Panzarasa, che copre l'ufficio di Segretario Generale con tanto amore e con tanta abnegazione, validamente coadiuvato dall'ing. A. Bianchi. L'Assemblea unanime si associa al plauso.

On. Prof. G. COLOMBO, *Presidente*. Dichiara che per nessun modo potrebbe aver un Segretario Generale più solerte e capace.

Posto ai voti il preventivo del 1900, viene approvato alla unanimità.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Ing. F. Santoro. Domanda quando verrà pubblicata la seconda parte delle lezioni di Galileo Ferraris.

Prof. R. Arnò (che coll'ing. L. Ferraris e col colonnello F. Pescetto venne incaricato dalla Assemblea di attendere a questa pubblicazione) risponde che lo si potrà fare entro il 1900. Nota però che gli si è presentata qualche difficoltà sul capitolo delle macchine dinamo-elettriche, sul quale argomento le lezioni non sono complete.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Propone che vengano pubblicate le lezioni tali quali sono, senza aggiunte. L'Assemblea approva.

Prof. G. Grassi. Osserva che si dovrebbero ristampare anche tutte le Memorie di Galileo Ferraris.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Fa dare lettura della deliberazione presa nella Assemblea del 1897, in cui non si prese un impegno tassativo per la stampa completa come appare dalla parola *possibilmente*. Propone che la stessa Commissione incaricata della pubblicazione abbia a fare un esatto preventivo della spesa, la quale sarà certo assai rilevante, qualora si volessero pubblicare tutte le Memorie indistintamente.

Ing. L. Ferraris. Ritiene difficile che un editore assuma l'onere di tale pubblicazione, e propone che ciascuna Sezione sottoscriva prima un certo numero di copie.

L'Assemblea approva la proposta dell'on. Presidente, restando inteso che dopo stabilita la spesa si segua la via proposta dall'ingegnere L. Ferraris.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Comunica che l'Ing. G. Dompieri ha ritirato le proprie proposte di modificazioni allo Statuto.

La seduta vien tolta alle ore 16.

Il Segretario Generale
Ing. A. Panzarasa.

Il Presidente
G. COLOMBO.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 76.

VERBALE

della seduta pomeridiana del 22 Settembre 1899 (ore 14)

DELLA III.ª RIUNIONE ANNUALE DELL'A. E. I.

COMO — Sala del Broletto.

Discussione sulle norme di sicurezza per gli impianti elettrici. — Relatore Ing. A. PANZARASA, *Segretario Generale.*

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* La Presidenza Centrale curò con vivo interessamento che venisse studiata dall'A. E. I. la questione delle Norme di sicurezza degli impianti elettrici. Dei principali regolamenti esteri l'Ing. A. Panzarasa stese le traduzioni, che furono stampate ed inviate ai soci, e di altri si procurarono parecchi esemplari mandati alle varie Sezioni.

La Presidenza Centrale promosse inoltre in seno alle Sezioni delle Commissioni incaricate di formulare delle proposte, che vagliate da una Commissione Centrale dovevano poi venir coordinate in un progetto di Norme, da mandarsi ai Soci qualche tempo prima della Riunione Annuale, e da essere in questa discusso. Così al grave argomento si volle dedicata buona parte delle sedute della Riunione.

Non fu però possibile svolgere un tale programma non essendo giunte in tempo tutte le relazioni delle singole Sezioni della A. E. I. Per esempio le relazioni delle Sezioni di Napoli e Palermo pervennero alla Presidenza solo nella mattinata, e non si ebbe quindi il tempo di prenderle in esame. Per questo e per la grande importanza del tema, il Relatore si sarebbe limitato a provocare il voto dell'Assemblea sopra alcune questioni di massima, che giova siano decise prima di procedere oltre nel lavoro.

Ing. A. Panzarasa, *Segr. Gen. Relatore.* Espone i temi delle questioni che egli propone vengano risolte dall'Assemblea:

I. Se convenga limitare il regolamento ai danni alle persone, ed ai pericoli d'incendio, ovvero estenderlo ai danni alle cose, ed alle perturbazioni che le correnti elettriche possono produrre.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

II. Se convenga dettare anche le norme relative alle linee telefoniche e telegrafiche.

III. Se si debbano contemplare anche i pericoli speciali a cui vanno soggetti i pompieri nello spegnimento degli incendi, dovuti alla presenza delle condutture elettriche.

IV. Se per riguardo alla tensione convenga dividere le correnti elettriche in tre classi, ovvero in due classi sole (bassa ed alta tensione).

V. Se convenga prescivere nel regolamento anche quelle norme per seguire le quali mancano però tuttora nella pratica metodi ed istrumenti esatti e soddisfacenti.

VI. Se convenga seguire il tipo del regolamento tedesco, che entra in minuti particolari, ovvero quello svizzero, che è a grandi linee.

Ing. C. Montù. Propone in via pregiudiziale che l'Assemblea sospenda ogni discussione sull'argomento, per esaminare prima i rapporti delle singole Sezioni, e predisporre in base ad essi le proposte che si potranno discutere alla prossima Riunione, dopo avere avuto sulle stesse il parere delle Sezioni.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Osserva che per ora non si tratta di approvare un Regolamento, ma solo di decidere su alcune questioni fondamentali, in modo da rendere più facile il compito della Commissione che dovrà predisporlo.

Sul Quesito I. — Ing. L. Pontiggia. Domanda che nel Regolamento si tenga conto anche delle corrosioni che le correnti di ritorno possono produrre alle condutture d'acqua e di gaz.

Ing. A. Panzarasa, *Segr. Gen. Relatore*. Ritiene conveniente di non trattare per ora delle tramvie, le quali richiedono condizioni di larghezza affatto speciali, perchè non ne venga impedito lo sviluppo. Le tramvie d'altronde non hanno urgente bisogno del Regolamento, perchè sono generalmente condotte da Società potenti, dirette da un buon personale tecnico. Urge invece di provvedere specialmente pei piccoli impianti che sono spesso in mano di persone affatto incompetenti, che sono qualche volta causa di gravi danni, come quello recente e gravissimo di Almenno.

Ing. L. De Andreis. Osserva che gli articoli del Regolamento, speciali alle tramvie saranno pochissimi, non vede quindi la ragione perchè si debbano tralasciare, per discorrerne solo tra qualche anno.

Ing. G. B. Pirelli. Propone che il Regolamento si limiti a trattare dei danni relativi *alle persone* ed ai *pericoli d'incendio* in generale, per tutte le condutture, comprese quindi anche quelle delle tramvie.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Pone in votazione la proposta, che viene approvata alla unanimità.

Ing. A. Diatto. Domanda che lo studio venga esteso anche alle condutture sotterranee, e l'On. Presidente gli osserva che la formola votata è larghissima e non porta limitazioni.

Sul Quesito II. — L'Assemblea dopo breve discussione delibera che il Regolamento stabilisca anche le norme di sicurezza relative, come alla decisione generale presa sul Quesito I.

Sul Quesito III. — Ing. A. Panzarasa, *Relatore*. Fa presente che il Regolamento inglese contiene molte disposizioni speciali, intese ad impedire che durante l'estinzione degli incendi i pompieri abbiano a soffrire danni pel fatto delle condutture elettriche.

Fra queste disposizioni, una prescrive degli interruttori speciali nelle condutture stradali a distanze fisse.

Dopo breve discussione a cui prendono parte l'ing. G. B. Pirelli, l'ing. L. De Andreis e l'On. Presidente, l'Assemblea afferma di ritenere questo quesito già risolto nella deliberazione presa sul Quesito I.

Sul Quesito IV. — Ing. G. B. Pirelli. Osserva che gli effetti della corrente alle diverse tensioni sono così poco accertati, e così differenti nei diversi casi, che non è opportuno fare molte distinzioni, per cui propone si facciano due sole classi, la bassa e l'alta tensione.

Ing. G. Mengarini, *Vicepresidente*. Raccomanda che si faccia in modo che la distribuzione a tre fili con differenza di 250 Volt tra i fili estremi venga classificata fra quelle a bassa tensione.

L'Assemblea, dopo schiarimenti e proposte del Relatore Ing. Panzarasa, delibera che si facciano due sole classi, la bassa e l'alta tensione, e che un solo regolamento contempli le disposizioni relative alle due classi.

Sul Quesito V. — Ing. L. De Andreis. Sostiene la convenienza che nel Regolamento vengano indicate anche quelle norme di sicurezza per le quali non si sono ancora trovate a tutt' oggi metodi sicuri, senza però prescriverli, ma consigliandone *possibilmente* l'attuazione. In tal modo gli elettrotecnici avranno un eccitamento a migliorare i sistemi esistenti, ed a trovarne dei nuovi.

Ing. L. Pontiggia. Fa notare che la proposta De Andreis presenta qualche pericolo di fronte alla Legge. Egli conosce per pratica che nel caso di infortuni non è molto facile all'industriale ed al tecnico di allontanare da se ogni responsabilità. Questa difficoltà aumenterebbe assai qualora il nostro Regolamento contenesse delle norme (sia pure non tassativamente prescritte) che per ora in pratica non si potessero seguire. Il Regolamento d'altronde si può modificare ogni anno, per cui appena si conosceranno dei mezzi sicuri di prevenzione anche per questi casi, allora si potranno prescrivere.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Ing. G. Mengarini, *Vicepresidente*. Appoggia le considerazioni dell'Ing. Pontiggia.

Il Relatore Ing. A. Panzarasa è pure del medesimo avviso, e infine l'Assemblea approva che non si debbano prescrivere quelle norme per seguire le quali mancano tutt'ora nella pratica metodi ed istrumenti esatti e soddisfacenti.

Sul Quesito VI. — L'Assemblea alla unanimità delibera di seguire il sistema svizzero, e cioè che il Regolamento sia fatto a grandi linee, senza dettagli eccessivi.

Ing. R. Pinna. Raccomanda che il Regolamento prescriva la messa a terra del punto neutro del secondario dei trasformatori, per togliere gli inconvenienti che si sono ultimamente verificati del passaggio della corrente ad alta tensione nel secondario.

On. Prof. G. Colombo, *Presidente*. Propone che in base alle massime stabilite una speciale Commissione abbia a predisporre il Regolamento, tenendo presenti le proposte delle singole Sezioni dell'A. E. I.

Tale Regolamento verrà mandato alle Sezioni per l'esame, e quindi modificato dalla Commissione tenendo conto delle nuove osservazioni, e poi presentato alla Riunione del prossimo anno, nella quale sarà definitivamente discusso e votato.

L'Assemblea alla unanimità approva questa proposta.

Statistica impianti elettrici in Italia.

Ing. C. Barzanò. Rammenta che nell'anno passato si era deliberato di fare una statistica degli impianti elettrici in Italia; raccomanda che venga dato corso a questa deliberazione.

Ing. G. Mengarini, *Vicepresidente*. Comunica che per incarico del Ministero di Agricoltura Industria e Commercio egli sta attendendo a questo lungo lavoro, e che la Relazione sarà pubblicata tra pochi mesi.

Dopo breve discussione alla quale prende parte anche l'Ing. Panzarasa, si approva la proposta dell'On. Presidente che prima di iniziare il lavoro convenga attendere la Relazione a cui ha fatto accenno l'Ingegnere Mengarini.

Prof. Mengarini presenta una memoria dell'Ing. Pio Cesare: *Sul sistema di trazione Walker*.

Ing. R. Pinna. Chiede la parola per rivolgere all' On. Colombo un vivo ringraziamento per quanto ha saputo fare nei tre anni in cui diresse quale Presidente i lavori dell'A. E. I.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Venendo ora a scadere il triennio, e dovendo per disposizione statutaria rinnovarsi la Presidenza, tutti i Soci ne provano vivo dolore, e desiderano che il nuovo triennio abbia a trascorrere celermente, per potere presto riavere a Presidente l'illustre Uomo che tanto ha fatto per portare e mantenere l'Associazione nello stato di prosperità in cui oggi si trova. *(Vivi applausi).*

On. Prof. G. Colombo, *Presidente.* Risponde commosso, ringraziando l'Ingegnere Pinna e tutti i Soci dei sentimenti espressi.

Osserva come in questi pochi anni trascorsi si sia fatto già molto cammino; come illustri scienziati stranieri abbiano espresso il loro compiacimento pel rapido diffondersi degli studi e delle applicazioni elettriche in Italia, e come essi pure reputarono che l'Associazione promuova validamente tale sviluppo.

Ringrazia i Colleghi della Presidenza, i Consigli delle Sezioni che gli secondarono con infaticabile operosità il compito di Presidente. Augura che l'esempio abbia a portare frutti copiosi come fa sperare l'annuncio della prossima costituzione di nuove Sezioni nelle città di Bologna e Firenze.

Abbandonerà con dolore il posto di Presidente che gli fu tanto grato coprire specie nelle geniali Riunioni Annuali, ma confida che pure come semplice socio gli sarà dato in avvenire di poter collaborare coi Colleghi in seno all'Associazione Elettrotecnica Italiana. *(Vivissime acclamazioni.)*

La seduta vien tolta alle ore 16.30.

Il Segretario Generale
Ing. A. Panzarasa.

Il Presidente
G. COLOMBO.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 77.

CIRCOLARE DI CONVOCAZIONE

DELLA III.ª RIUNIONE ANNUALE

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

Egregio Collega,

Facendo seguito alla mia circolare del 12 Luglio u. s. e riferendomi al Programma del Congresso Nazionale di Elettricità che Le è stato indirizzato da Milano con Circolare della Giunta Esecutiva in data 15 corrente, Le rammento che il Congresso sarà inaugurato a Como il 18 Settembre alle 13 e chiuso il 23 alle 14.

In questi sei giorni la Società Italiana di Fisica non potrà tenere che quattro sedute, per le quali, stando alle indicazioni ricevute dai Colleghi, propongo il seguente Ordine del giorno:

21 Settembre — ore 9.

Comunicazioni della Presidenza.

Prof. Ciro Chistoni: Relazione sui lavori preparatori allo studio delle *Seiches*.

Prof. Vito Volterra: *Sul flusso di energia meccanica.*

Il Prof. Enrico Stracciati parlerà delle diverse unità per la misura delle quantità di calore, proponendo che la Società emetta un voto affinchè *sia adottata, come unità termica, la caloria a + 15°.*

21 Settembre — ore 14.

Prof. Luigi Donati: *Relazione generale fra le correnti di una rete qualunque di conduttori lineari.*

Prof. Angelo Battelli: Notizie sui lavori dell'Istituto di Fisica dell'Università di Pisa.

Prof. Carlo Marangoni: Discussione sulle varie teorie della grandine, e specialmente su quella di Volta modificata dal Prof. Marangoni (*Lincei* 1893-94, *Georgofili* 1899), quella del Prof. Bombicci (*Bologna, Tip. Mareggiani* 1899) e quella del Prof. Roberto (*Cronaca del R. Liceo di Savona* 1881-82).

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Prof. ALESSANDRO VOLTA: *Sul comportamento dei corpi, portati ad elevata temperatura, rispetto ai raggi X.*

22 Settembre — ore 14.

Prof. PIETRO CARDANI: *Resistenza delle scintille nei circuiti di scarica dei condensatori.*

Prof. GIUSEPPE BONGIOVANNI: *Alcune determinazioni didattiche di magnetismo terrestre e di suscettività magnetica per mezzo dell'azione magnetizzante della terra.*

Prof. QUIRINO MAJORANA: *Sulla teoria del contatto* (Rend. dei Lincei, 1.° sem. 1899).

Dott. PIETRO MORETTO: *Alcune questioni relative al fenomeno di Hall risolute col metodo alcalimetrico.*

Prof. PIERLUIGI PEROTTI: Presentazione di due nuovi apparecchi.

23 Settembre — ore 9.

— Modificazioni al programma di Fisica per gli Istituti tecnici.

— Resoconto del Bilancio dato dal Prof. A. Stefanini.

— Indicazione della sede per l'Assemblea del 1900.

— Dovendo rinnovarsi per metà d'anno in anno la Presidenza e il Consiglio (Art. 4, comma *a* dello Statuto) si procederà alla elezione del Presidente e di tre Consiglieri in sostituzione dei soci A. Ròiti, G. Grassi, N. Pierpaoli e di uno che sarà sorteggiato, rammentando che gli uscenti non possono essere immediatamente rieletti alla carica occupata.

— Elezione del Segretario e del Cassiere, che possono essere confermati per un altro triennio.

— Elezione del Bibliotecario e del Vice-Segretario.

Alle prime tre sedute della Società potranno intervenire e prendere la parola tutti i Congressisti.

Ho già ricevuto numerose adesioni al Congresso Nazionale degli Elettricisti; ma confido che molte altre ancora saranno mandate direttamente alla Giunta Esecutiva, in maniera che anche la nostra giovane Società contribuisca largamente alla Commemorazione di *Volta*, e corrisponda degnamente ai generosi e gentili inviti dei Comensi.

Firenze, 3, Via Gino Capponi, 25 Agosto 1899.

Il Presidente
A. RÒITI.

Il Segretario
A. BATTELLI.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 78.

VERBALI

DELLE ADUNANZE TENUTE NELLA TERZA ASSEMBLEA GENERALE

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

DURANTE

IL I.° CONGRESSO NAZIONALE DEGLI ELETTRICISTI A COMO

PEL CENTENARIO DELLA PILA

dal 18 al 23 Settembre 1899

Prima seduta.

(21 Settembre, mattina).

La terza Assemblea della Società Italiana di Fisica è dal Presidente Professore A. Ròiti dichiarata aperta alle ore 9. Sono presenti una cinquantina di Soci, e scusano la loro assenza i Professori Naccari, Sandrucci e Vicentini.

Sono pure presenti gli ospiti Signori:

Ayrton di Londra — Hospitalier di Parigi — Lemström di Helsingfórs — Mascart e Pellat di Parigi — Pockels di Dresda — Riecke di Gottinga — Silvanus Thompson di Londra — Sarasin di Ginevra — Voigt di Gottinga — Wiedemann di Erlangen.

Segretari dell' Assemblea sono nominati i Soci Cirri ed Oddone.

Il Presidente, dopo un saluto agli illustri Colleghi esteri ed un caldo ringraziamento al Sindaco di Como ed ai Comaschi, espone l'operato della Presidenza e del Consiglio durante l'anno 1898-99.

È un fatto compiuto l'aumento di due ore settimanali per la Fisica nei Licei, ed è mercè i buoni uffici del Presidente scaduto, Senatore Blaserna.

Per quanto riguarda la questione, sollevata l'anno scorso dal Socio C. Marangoni, del desiderato coordinamento fra i due insegnamenti della Matematica e della Fisica nei Licei, il Ministero ha già uno schema di programma, compilato in con-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

formità ai nostri voti dal Prof. E. D'Ovidio e dal Prof. R. Bettazzi, ed il Presidente ha motivo di ritenere che sarà nominata una Commissione per esaminarlo.

Al desiderio manifestato l'anno scorso di migliorare il programma della Fisica anche negli Istituti Tecnici, aggiungendo, secondo proposta del Socio E. Castelli, al 2° anno un corso di Meccanica e lasciando il resto della Fisica al 3° anno, vi è dubbio che si oppongano alcune incompatibilità coi programmi di Matematica; per cui la Presidenza opina che i Soci, i quali insegnano od hanno insegnato negl'Istituti Tecnici, si accordino in una proposta da mettersi in votazione nell'ultima seduta. Essi saranno perciò convocati dal Prof. Mazzotto.

Una modificazione nel Consiglio si era imposta per la nomina a Chieti del Bibliotecario Prof. Pasquini, il quale fu sostituito provvisoriamente col già Vice-segretario Dott. Pandolfi, mentre per Vice-segretario s'incaricò il Dott. Ercolini. Il Consiglio a questo proposito ritiene convenga modificare l'art. 4° dello Statuto affinchè il Vice-segretario abbia la medesima residenza del Presidente e scada insieme con lui. Dovendo ritoccare quest'articolo, il Presidente stima opportuno modificarne la forma anche in altri punti per toglier di mezzo alcuni dubbi che si presentano nell'applicarlo.

Consegna ai Segretari la nuova formola dell'articolo affinchè tutti ne prendano cognizione, e si possa deliberare in proposito nell'ultima seduta.

Consegna pure ai Segretari due articoli che propone di aggiungere al Regolamento per le esazioni.

Il Presidente, mercè lo zelo spiegato specialmente dai Soci Professori Stefanini e Sella, lascia sperare che per l'anno venturo sia già pubblicato l'Indice generale del *Nuovo Cimento*. Egli ha pensato che fosse interessante comprendere in quest'Indice anche i lavori italiani di Fisica sparsi negli Atti delle varie Accademie, ed in quest'ordine si è assicurato le schede delle principali raccolte. Prega i Soci a fornire gli schedari delle Società rimanenti.

A coloro che vorrebbero qualche modificazione nella compilazione del *Nuovo Cimento* suggerisce una concertazione coi Soci Direttori presenti, Professori Battelli e Volterra, i quali vorranno riferirne nella nostra ultima seduta.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Per la questione dello studio delle *Seiches*, raccomandata, dietro proposta del Socio Volterra, con voto nell'adunanza di Torino, il Presidente ha pregato S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione a voler sussidiare queste ricerche. Ed il Ministro fu sollecito a rispondere che metteva a nostra disposizione lire 1500 ripartite in due esercizi. La prima rata di lire 750 fu già riscossa. A nome della Società il Presidente ha ringraziato.

Il Prof. Tacchini, Direttore del R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica, si mostrò pure favorevolissimo a queste ricerche, e vi si adoprò con alacrità così da ottenere dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio un assegno speciale, e da interessare il Genio Civile per la collocazione degli apparecchi registratori a Salò sul lago di Garda. Gli strumenti sono stati prestati dal R. Istituto geografico militare mercè la solerzia del Presidente, il quale ne affidò la riduzione opportuna al Prof. Chistoni.

Nominando il Prof. Tacchini, il Presidente si dice rattristato dal pensiero che colui che fece tanto per la Meteorologia e la Geodinamica, e così oculatamente diresse la carta magnetica d'Italia, abbia rinunziato alla direzione dell'Ufficio centrale, che egli con rara energia seppe così bene fondare e disciplinare. Tutta l'Assemblea s'associa alla proposta di ringraziarlo ed esprimergli il dispiacere che egli abbia abbandonata a sè l'opera sua. Fa voti perchè il successore spieghi un eguale interesse, anche per lo studio delle *Seiches*.

Il Presidente fa cenno dell'omaggio reso, per deliberazione del Consiglio, al Prof. Felici, nostro Presidente Onorario, nell'ottantesimo anniversario della sua nascita. La traduzione delle memorie di Lui sull'induzione elettro-dinamica, il Socio Dessau ha già compiuta, e si deve rinnovare un ringraziamento al Prof. Wiedemann qui presente che si assunse di scrivere un cenno biografico del festeggiato e farne accogliere il lavoro nella Raccolta dei Classici nelle scienze esatte, iniziata dal Prof. *Ostwald*, e continuata dal Prof. *von Oettingen*.

Al suo Presidente Onorario la Società Italiana di Fisica invia plaudendo, ancora un saluto, prima di cominciare i suoi lavori.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Le comunicazioni scientifiche si iniziano colla lettura, che dà il Prof. Somigliana, di una lettera inedita del Volta, diretta probabilmente ad uno scienziato ginevrino, dalla quale risulta che il sommo Comasco sul principio del secolo già si era occupato del fenomeno delle *Seiches* ed aveva impreso interessanti osservazioni sulla Meteorologia del lago di Como.

Segue il Prof. Chistoni il quale spiega il modo in cui ridusse un mareografo a limnimetro e presenta i diagrammi ottenuti tanto su d'un pozzo fontanile a Modena, quanto nel recente impianto di Salò. Parla il sig. Ed. Sarasin per rammentare il suo limnimetro portatile, non senza prima portare al Congresso il gradito saluto della Società di Fisica e Storia Naturale di Ginevra e recarci in dono un esemplare di lusso dell'importante lavoro da lui eseguito insieme col sig. L. De la Rive sull'interferenza delle ondulazioni elettriche.

Il Presidente ringrazia.

L'adozione del limnimetro Sarasin è raccomandata dal Socio Blaserna, il quale lo dichiara notevolmente superiore a tutti gli altri dello stesso genere.

Il Prof. Chistoni dice ancora degli interessanti effetti di fulminazione da lui notati al R. Osservatorio G. Montanari posto sul Cimone, mostrando delle punte di nichel parzialmente fuse, ed il Prof. Wiedemann di Erlangen invita gli studiosi a determinare sul Cimone la energia del fulmine coi metodi adoperati dal Pockels in condizioni molto meno favorevoli. Colà si potrebbe anche verificare se la polarità magnetica dei basalti sia veramente dovuta a fulminazioni. — Il Prof. Chistoni è lieto che si propongano studi da fare sul Cimone, dà lode al Tacchini per la torre che vi ha fatto costruire, e invita gli scienziati a giovarsene per vari problemi.

Il Prof. Lemström di Helsingförs legge una nota sui fenomeni elettrici luminosi da lui ottenuti ad alte latitudini in collina e sulle analogie che sembrano mostrare colle aurore polari. Espone ancora i metodi coi quali egli ha cercato di misurare la corrente elettrica dell'aria, che gli è risultata discendente, e raccomanda l'estensione di questi studi. Osserva però il Prof. Wiedemann che con differenza di potenziale così piccola non sarebbe possibile ottenere dall'aria una corrente, a

Biblioteca nazionale centrale di Roma

meno che questa non fosse attraversata da scariche oscillanti di grande frequenza; e fa altre riserve.

Il Prof. Volterra di Torino legge una sua Memoria sul flusso di energia.

Dopo avere accennato alla Memoria del Poynting sul moto dell'energia nel campo elettro-magnetico ed a quella del Wien sul moto dell'energia non solo nel caso precedente, ma in quello della elasticità, della idrodinamica e del calore, esamina il caso in cui si tratta delle forze newtoniane e dei sistemi discontinui, e determina le leggi atte a rappresentare come fluisca l'energia meccanica corrispondente in tutto lo spazio, caso tralasciato finora, perchè ritenuto non suscettibile di trattazione, ma che d'altra parte è fondamentale, decisivo per la scienza dell'energia. Il Volterra, con grande semplicità di calcolo, tratta questo caso risolvendolo, indicandone le difficoltà che s'incontrano e dà infine le leggi espresse in vettoriali. Applica poi queste leggi ad alcuni casi particolari, ottenendo risultati che si presentano di una singolare curiosità. Il Volterra finisce segnando quale è la via da percorrere relativamente allo studio del flusso di energia che certamente stabilirà una unità e un nesso nella infinita moltiplicità dei fenomeni.

Seconda seduta.

(21 Settembre, pomeriggio).

Il Presidente annuncia che il Prof. Blaserna, dopo avere presentato alle LL. MM. ed a S. A. R. il Principe di Napoli tre copie della conferenza che di questi giorni il Prof. *Fleming* ha tenuto alla *British Association* in commemorazione di Volta, una quarta copia l'ha destinata alla biblioteca della nostra Società.

Il Prof. Donati di Bologna espone una relazione generale fra le correnti di una rete qualunque di fili conduttori, la quale comprende virtualmente tutta la teoria delle correnti stesse.

Essa relazione può dedursi dalle note formole; ma può stabilirsi anche indipendentemente fondandosi sul principio dell'energia e sul postulato: che per date forze elettromotrici la distri-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

buzione delle correnti sia tale che il calore svolto nella rete risulti massimo. È poi applicabile anche al caso di correnti alternative sinusoidali, mediante l'introduzione degli immaginarii alla maniera nota, volgarizzata da Steinmetz.

Il Prof. E. Stracciati di Roma esordisce ricordando le unità termiche adottate provvisoriamente dalla Associazione Britannica nel 1896, e viene quindi a parlare delle esperienze più attendibili intorno al calore specifico dell'acqua. Si ferma più specialmente su quelle di Bartoli e Stracciati le quali, eseguite con più metodi differenti e con tutte le cure della moderna termometria, meritano la maggior fiducia. Mostra una tavola di risultati numerici facendo rilevare l'accordo fra quelli di Rowland, di Bartoli e Stracciati e quelli posteriori di Griffiths; conclude che, nell'intervallo di temperatura 15°-25°, il calore specifico dell'acqua varia così poco che può riguardarsi come costante. Questo risultato è di capitale importanza per la calorimetria, poichè se si accetta di prendere come unità di calore quella già proposta dal compianto Professor Bartoli, cioè la caloria a + 15° C. del termometro ad idrogeno, si può adoperar l'acqua nelle misure calorimetriche senza far correzioni per la variazione del suo calorico specifico, purchè la temperatura iniziale non sia inferiore a 12° e la finale non superi i 24°.

Passa poi in rassegna le varie unità che sono state usate o proposte quali la caloria a 0°, la caloria media fra 0° e 100°, il calore necessario a fondere 1 g. di ghiaccio ecc.; accenna ai vantaggi che presenterebbero, teoricamente, le unità indipendenti dalla scala delle temperature, ma conclude che, pei bisogni della calorimetria pratica, riesce più comoda e più adatta la caloria a 15°, e si augura che la Società Italiana di Fisica vorrà emettere il voto che venga universalmente adottata.

Termina ponendo in rilievo la differenza fra questa proposta e quella dell'Associazione Britannica.

L'A. B., stabilito che l'erg sia l'unità teoretica C. G. S. di calore, propone di definire la caloria come equivalente a 42 000 000 di erg, lasciando alla esperienza di determinare a quale temperatura debba prendersi l'acqua affinchè, per riscaldarne 1 g. di 1° C. del termometro a idrogeno, occorra quel nu-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

mero di erg. Secondo le determinazioni di Rowland questa temperatura fu stimata 10°, ma ora dopo il confronto dei termometri di Rowland con quelli del *Bureau international des Poids et Mesures* discenderebbe a 7°, e sarebbe soggetta a variare ad ogni nuova determinazione dell' equivalente meccanico del calore. Invece con la proposta ora presentata alla Società Italiana di Fisica si definisce la caloria fissando con precisione la temperatura dell'acqua, e si lascia alla esperienza di determinare il rapporto fra l'erg e la caloria così definita. La unità termica riesce così invariabile ed indipendente dalla maggiore o minore approssimazione delle misure dell' equivalente meccanico del calore.

Il Prof. Silvanus Thompson rimpiange che non siano presenti nè il Prof. H. F. Weber nè il Prof. Pernet, poichè le recenti determinazioni fatte nel laboratorio di Zurigo confermano i risultati di Griffiths e quindi quelli di Bartoli e Stracciati. Egli, come membro del Comitato dell'A. B., rileva la convenienza che per quantità fra loro omogenee, come sono il calore, il lavoro ecc., si stabilisca una sola unità, indipendente dalle proprietà di qualsiasi sostanza.

Il Presidente Prof. Ròiti riconosce anche lui che per le varie forme di energia l'unità assoluta debba essere unica e precisamente quella già adottata, cioè l'erg col suo multiplo che ha preso il nome da Joule; ma osserva che spesso torna comodo, per non dir necessario nella pratica di ricorrere a qualche unità sussidiaria. Sulla scelta dell' unità sussidiaria per le determinazioni calorimetriche pare che l' accordo non sia lontano a stabilirsi, poichè tutta la differenza si riduce a questo: che alcuni vogliono fissare definitivamente il rapporto fra l'unità assoluta e l' unità sussidiaria, la quale dovrebbe andar ritoccata via via che si perfezioneranno le determinazioni dell' equivalente dinamico del calore; mentre altri la vogliono definire indipendentemente da ogni concetto intorno alla natura del calore, salvo poi ad assegnare ed a modificare, col progresso dei metodi sperimentali, il ragguaglio fra essa e l'unità assoluta. Egli sta con questi ultimi e ne adduce le ragioni.

Il Socio Pitoni domanda la sospensiva, gli si associa Pacinotti, il Presidente e il Socio Rizzi la combattono. Non avendo

Biblioteca nazionale centrale di Roma

i primi insistito nella loro proposta, la discussione si chiude coll'approvazione unanime della seguente deliberazione concertata fra il Ròiti, lo Stracciati ed il Righi:

« La Società Italiana di Fisica emette il voto che, come « unità pratica, sia adottata la quantità di calore necessa- « ria a riscaldare di 1° C. della scala del termometro ad idro- « geno un grammo di acqua a 15° C. dello stesso termome- « tro, venendo così ad assegnare il valore *uno* al calore spe- « cifico vero dell'acqua a questa temperatura ».

Il Prof. Battelli, Segretario della Società, prende la parola per dare una breve relazione sui lavori che si stanno eseguendo nell'Istituto fisico di Pisa sotto la sua direzione. Questi lavori riguardano principalmente due temi: lo studio della scarica elettrica e quello degli spettri d'assorbimento dei corpi liquidi e gasosi.

Il Prof. Battelli, insieme col Dott. Magri, ha iniziato uno studio sulle leggi che regolano il movimento dell'elettricità nelle scariche elettriche. L'elemento più difficile da determinare nel complicato problema è quello del periodo della scarica oscillatoria. Per la misura del periodo di oscillazione ha ideato una sirena con due specchi rotanti in modo da dare all'immagine una velocità di rotazione doppia di quella che darebbe uno specchio solo. La sirena, costruita nell'officina del Socio Santarelli, è messa in rotazione da un getto di vapore soprariscaldato. Un artifizio permette di misurare con esattezza il numero dei giri per secondo. Con questa sirena si possono fotografare scariche il cui periodo di oscillazione è 10^{-7} secondi.

Sul comportamento delle scariche elettriche nei gas rarefatti continuano i loro lavori i Dott. Pandolfi e Melani.

Il Dott. Telesca ha quasi ultimato un lavoro sopra il calore sviluppato nei tubi a vuoto percorsi da scariche oscillatorie. Il suo apparecchio è costituito da un condensatore il quale si scarica nel tubo rarefatto attraverso ad uno spinterometro e ad una spirale metallica. La spirale è introdotta in un opportuno calorimetro, come pure speciali calorimetri misurano il calore sviluppato nel tubo e nello spinterometro.

Il Prof. Battelli ed il Dott. Magri, hanno fatto alcune esperienze sulle scariche unipolari di cui ecco i risultati

Biblioteca nazionale centrale di Roma

principali: Un tubo a vuoto, messo in comunicazione con una macchina elettrica per mezzo di un suo elettrodo soltanto, dà le apparenze luminose di un ordinario tubo di scarica. Ma sottoponendolo all'azione di un campo magnetico, i raggi che destano la fluorescenza sono deviati come i raggi catodici ordinari; l'aureola azzurrastra di fronte al magnete viene raccolta in un fascio più stretto che è deviato con legge opposta a quella seguita dai raggi catodici. Facendo penetrare i raggi catodici ed i raggi anodici così ottenuti in un apposito elettroscopio, si vede che i primi portano carica negativa ed i secondi positiva. I raggi catodici hanno azione riducente, i raggi anodici azione ossidante.

Il Prof. Battelli ed il Prof. Stefanini hanno intrapreso un lavoro *sulla misura della velocità dei raggi catodici.* Essi dispongono di un tubo di scarica lungo 6 metri. Distribuiti ad ugual distanza in questo tubo si trovano diversi elettrodi-sonde. Per mezzo di un dispositivo speciale, gli Autori misurano esattamente i tempi che la carica elettrica impiega a passare fra due elettrodi successivi: tempi che sono uguali fra loro, e quindi rappresentano la vera velocità con cui detta carica si trasporta. Essi hanno trovato velocità variabili colla rarefazione, da 60 a 120 chilometri al secondo.

Il secondo gruppo di lavori è sullo studio dello spettro di assorbimento delle radiazioni. Al Dott. Puccianti è affidato lo studio dell'*assorbimento nello spettro ultra rosso* per parte dei liquidi. Egli fa passare la luce di una opportuna sorgente per uno spettrometro a specchi con prisma di quarzo, e per un particolare vasetto in cui è posto il liquido assorbente, e la fa da ultimo cadere sopra un radiometro sensibilissimo di speciale costruzione. I risultati del Puccianti portano a ritenere che l'assorbimento dipenda dai gruppi atomici che entrano a costituire la molecola.

Le ricerche sull'*assorbimento dello spettro luminoso per parte dei gas più comuni* furono eseguite dal Dott. Baccei. Determinando anche l'assorbimento dovuto alle loro mescolanze, trovò che l'assorbimento del miscuglio è uguale alla somma degli assorbimenti dovuti ai singoli componenti.

Il Prof. Righi, Vice Presidente, pregato dagli ospiti stranieri, fa una comunicazione in francese intorno agli ultimi

Biblioteca nazionale centrale di Roma

suoi studi relativi all' assorbimento della luce per parte di un gas posto nel campo magnetico. Dopo aver richiamato le antecedenti sue pubblicazioni, descrive le nuove esperienze fatte con un reticolo Rowland di grande modello, dalle quali risulta dimostrato direttamente il fenomeno di Zeeman nella ipoazotide, confermando così il fatto già intravisto col suo metodo dei nicol incrociati. In seguito espone alcune nuove esperienze col vapore di sodio e coll'impiego di luce polarizzata, e dà una teoria dei fenomeni osservati che sembra in buon accordo coi fatti.

Finalmente il Prof. Alessandro Volta descrive i risultati ottenuti mediante esperienze eseguite per lo studio del comportamento dei corpi portati ad elevata temperatura rispetto ai raggi di Röntgen. Chiarisce così e conferma i fatti già annunciati nell'Assemblea di Torino.

Terza seduta.

(22 Settembre, mattina).

La seduta è aperta dal Presidente Prof. Ròiti alle ore dieci, dopo il ritorno dalla visita della tomba di Volta.

Sta all'ordine del giorno la discussione delle varie teorie della grandine. Ha la parola il Prof. Marangoni, il quale di tante teorie ritiene ancora per più plausibile quella data dal Volta, qualora sia adattata alle conoscenze moderne. Secondo il referente, non è difficile dimostrare la sospensione della grandine col bombardamento delle goccioline e susseguente proiezione per ripulsione elettrica e centrifuga sui chicchi. Cerca di provare che il raffreddamento *progressivo,* per evaporazione, e per la soppressione dell' irradiazione terrestre, è sufficiente alla congelazione dell' acqua. Infine crede che l' ingrossamento dei chicchi sia subordinato alla sospensione colle attrazioni e ripulsioni elettriche generate dal confricamento fra lo strato nevoso ed il cumulo inferiore. Avendo il Volta pensato alla difesa contro la grandine, il Conferenziere parla dell' azione degli spari attribuendone specialmente l'efficacia al sibilo che determina la congelazione precoce del cumulo allo stato di soprafusione.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il Prof. Bombicci espone le forme che può assumere il chicco di grandine, valendosi delle modalità cristallografiche dell'acqua ed anche di esempi di minerali riproducenti le stesse modalità sferoedriche e le altre dell'acqua cristallizzata. Presenta alquanti pezzi di vetro limpido nei quali si scorgono riprodotte dal silicato di calcio le più caratteristiche modalità dell'acqua cristallizzata capillare, nevosa, granellosa, mimetica e grandiniforme; e porge ai Congressisti in omaggio quadri sinottici ad illustrazione della monografia della grandine, con cognizioni che possono costituire un fattore non indifferente per giungere alla teoria. Dice ancora di essersi prefisso di non impegnarsi in una discussione considerando premature le attuali teorie malgrado i ben augurati lavori contemporanei.

In proposito il Presidente dà lettura di una lettera del generale Velini, Presidente della Commissione speciale nominata per il conferimento di premi a lavori « sulle perturbazioni atmosferiche ». La lettera prega la Società Italiana di Fisica di voler nominare nel suo seno alcuni membri da contribuire alla Giuria per l'assegnazione dei premi stessi.

A questa lettera la Società Italiana di Fisica risponde approvando il seguente ordine del giorno messo innanzi dal Prof. Zublena d'accordo coi Soci Bombicci e Marangoni: « La « Società Italiana di Fisica, plaudendo ai tentativi di dimi- « nuire i danni prodotti dalla grandine, incoraggiando gli « studi teorici e pratici che vi si riferiscono, accoglie l'invito « che le viene da parte del Comitato esecutivo dell'Esposizione « Comasca del 1899, ed accogliendo pure la proposta del suo « Presidente, incarica i Soci Professori Bongiovanni, Chistoni « e Oddone di prender parte alla Giuria per l'assegnazione « dei premi stabiliti dal Ministro di Pubblica Istruzione, dallo « stesso Comitato e da altri nel concorso bandito col titolo: « *Memorie e studi scientifici circa le perturbazioni atmosfe-* « *riche che più facilmente conducono ai temporali grandi-* « *niferi e sulla formazione della grandine* ».

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Quarta seduta.

(22 Settembre, pomeriggio).

Il Presidente dà la parola al Prof. Cardani, che dirà delle sue ricerche *sulla resistenza delle scintille*. L' Autore si è proposto di conoscere almeno il limite massimo della resistenza media delle scintille. Espone e discute il metodo di misura, che può chiamarsi metodo calorimetrico delle scariche impulsive. I risultati sono i seguenti: I) La resistenza di una scintilla consta di due parti: una costante dipendente dagli elettrodi, l'altra variabile e proporzionale alla lunghezza della scintilla. II) La resistenza delle scintille diminuisce col crescere della capacità del condensatore. III) La scintilla presenta la stessa resistenza per distanze comprese tra 1 e 24 cm. e per una pressione di cm. 0,01 di mercurio. Crescendo la pressione la resistenza aumenta e presenta un massimo che è tanto più notevole, e si manifesta a pressione tanto minore, quant'è più lunga la distanza esplosiva. La massima variazione di resistenza viene presentata quando la scintilla passa dalla forma di fiocco a quella di nastro. È proposito dell' A. di estendere le ricerche a pressioni ancora più basse, e di ripetere le esperienze con gas differenti.

Il Prof. Bongiovanni parla intorno ad alcune determinazioni didattiche di magnetismo terrestre e di suscettività magnetica, mediante l' azione magnetizzante della terra. Presenta un apparecchio atto a far vedere quale sia la direzione del meridiano magnetico e l' inclinazione magnetica per mezzo di una sbarra di ferro dolce. Trova la formula esprimente la deviazione che questa produce in un piccolo ago magnetico, e ne deduce diversi metodi per ottenere la direzione del meridiano magnetico rispetto ad un dato piano verticale, l' inclinazione magnetica, non che il coefficiente di magnetizzazione della sbarra, per valori della forza magnetizzante non superiori all' intensità del campo geomagnetico. Nota infine che i risultati ottenuti mostrano che tali metodi presentano un grado di approssimazione più che sufficiente per le dimostrazioni scolastiche.

La parola spetterebbe al Dott. Majorana, ma egli vi rinuncia avendo già nella seduta generale del Congresso degli

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Elettricisti fatto la sua comunicazione « sulla teoria del contatto [1]) ».

Seguono alcune esperienze del Prof. Arnò le quali servono a sostituire, nelle primitive *dimostrazioni del ritardo di polarizzazione nei dielettrici,* dischi dielettrici ai cilindri dielettrici che, per alcune materie isolanti, presentavano gravi difficoltà di costruzione. Questi dischi possono quindi essere di mica, materia che meglio di ogni altra è leggiera ed invariabile. Le nuove disposizioni e varianti hanno importanza per la costruzione d'istrumenti di misura.

Il Dott. Moretto riferisce su alcune sue esperienze fatte *sul fenomeno di Hall* adoperando come misura dell'intensità del fenomeno il nuovo metodo alcalimetrico del Prof. Cardani basato sui processi chimici di analisi volumetrica. Dal confronto delle sue esperienze con quelle di altri è portato a ritenere che il fenomeno di Hall per correnti deboli, anzichè mantenersi proporzionale all'intensità della corrente, sia alquanto maggiore. Ha poi riscontrato che il fenomeno si verifica anche colle scariche elettriche, ed anzi con intensità maggiore che colle correnti continue. Il Moretto dice di continuare le sue esperienze e si ripromette di poter risolvere con questo metodo la tanto discussa questione dell'esistenza del fenomeno di Hall nei liquidi, vera meta di tutte queste sue esperienze.

Il Prof. Mazzotto, trattando del *magnetismo susseguente nel ferro,* riferisce i risultati di esperienze da lui eseguite per determinare il ritardo che subisce il ferro nella magnetizzazione, e specie l'influenza che hanno sul fenomeno la ricottura ed il rinvenimento. Trovò che le sbarre di ferro ricotte mantenute lungamente a temperatura costante, anche se questa è la temperatura dell'ambiente, presentano un magnetismo susseguente ed una permeabilità sempre decrescenti. Egli pervenne alla seguente legge: Il magnetismo susseguente e la permeabilità del ferro ricotto mantenuto lungamente, anche a più riprese, a temperatura fissa, tendono verso un *minimum* il cui valore assoluto aumenta con detta temperatura ed è raggiunto tanto più rapidamente quanto più questa è

1) Di questo lavoro l'A. ha pubblicato un ampio riassunto anche nel *N. Cimento* T. IX, p. 335.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

elevata. L'A. fa notare l'importanza, anche pratica, che hanno le forti variazioni constatate nel magnetismo susseguente e specie nella permeabilità per la lunga permanenza del ferro a temperature anche non molto alte, poichè questo caso si verifica nel nucleo delle dinamo, e specialmente dei trasformatori i quali perciò devono subire forti variazioni nelle loro costanti magnetiche.

Il Prof. Pierluigi Perotti presenta e fa agire due suoi apparecchi. Il primo consta di un generatore trifase e del suo ricevitore; col secondo si determina la rotazione di un campo magnetico mercè un commutatore-direttore di una corrente continua, o la semirotazione di un campo magnetico mercè un direttore della stessa corrente.

Il Dott. Tommasina parla brevemente di alcune sue recenti esperienze che gli permisero di ottenere lo spettro delle linee di forza di un campo elettrico nei liquidi dielettrici mediante le polveri metalliche, e le bollicine gassose sviluppantesi; constatando in pari tempo i movimenti oscillatorii dei singoli grani e delle bolle nella direzione delle linee di forza. Poi riferisce sulla produzione di movimenti rotatorii continui in piani verticali radiali di solidi dielettrici nei liquidi pure dielettrici, formando colla corrente secondaria di un rocchetto di Ruhmkorff un campo elettrico verticale, adoperando, come elettrodi polari, il recipiente metallico contenente il liquido e un pendolo metallico sovrastante al centro di quello. Accenna di volo il metodo seguito per sviscerare il fenomeno dei *coherer*, col quale ottenne la produzione delle catene di auto-formazione. Aggiunge in fine una descrizione sommaria della disposizione sperimentale adottata per la constatazione del fenomeno di fluorescenza producentesi nella parte opposta al catodo di un tubo *focus* ripieno di acqua distillata.

Il Prof. Malagoli, ottenuta la parola, fa notare come fra le interessanti esperienze del Tommasina quelle delle catene di autoformazione si possono ritenere come dovute all'azione elettrostatica. Le stesse apparenze si vedono in modo più grandioso usando, in posto dell'acqua, del petrolio, anche se la sorgente elettrica sia una debole macchina a strofinio. Così molte singolarità notate, come la catena unica, l'influenza del

Biblioteca nazionale centrale di Roma

metallo, la necessità di un certo tempo affinchè il fenomeno avvenga, trovano semplice e completa spiegazione basata nell'induzione. Questi studi del Tommasina offrono modo di spiegare i moti bruschi notati da L. Arons nelle polveri dei *coherer*.

Il Dott. Razeto dice di alcune sue esperienze criptoscopiche e su fenomeni di fosforescenza secondaria. Infine l'Ingegnere G. Santarelli presenta per la misura del calor raggiante un radiomicrometro da lui costruito seguendo il concetto di Vernon Boys, nel quale apparecchio sono riuniti la pila ed il galvanometro, questo non perturbato dalle variazioni accidentali del campo.

Quinta seduta.

(23 Settembre, mattina).

Il socio Prof. Rizzi presenta una trentina di tavolette dipinte ad olio riproducenti le principali colorazioni del cielo e del mare nel Golfo di Napoli. In esse l'artista, che è lo stesso Rizzi, dipinse col solo scopo di studiare l'ottica atmosferica, nè si lasciò incatenare dall'arte. I dipinti essendosi eseguiti in meno di mezz'ora, rendono quasi esattamente i fenomeni. Sono fugaci ed attraenti visioni di crepuscoli vespertini, di tramonti, di meriggi, di giornate calde e fredde, di giorni coverti e sereni, e persino di qualche plenilunio e del chiarore della luce zodiacale. All'applaudita esposizione fan seguito alcune considerazioni teoriche, dalle quali risulta che le spiegazioni date finora sono insufficienti, specialmente quando si tien conto della caratteristica di questi fenomeni napoletani, che è la mobilità e saltuarietà delle tinte. Esse sembrano dovute a correnti di convezione nell'aria e nell'acqua, ma su esse vi è ancora molto da studiare. L'A. dice ancora qualche parola sulla tecnica usata nelle bell e riproduzioni.

Il Presidente Prof. Ròiti comunica la risposta del Presidente Onorario Prof. Felici, che ringrazia e ricambia commosso i saluti.

Sul miglioramento del programma della Fisica negli Istituti Tecnici, essendosi manifestati dei dubbi per parte dei

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Soci: Semmola, Ascoli, Cardani, il Presidente sospende la discussione invitando gli interessati a mettersi d'accordo e presentare, non più tardi del Giugno venturo, una proposta concreta che sarà posta all'ordine del giorno per l'anno prossimo.

Il Prof. Volta chiede che si richiami l'attenzione del Ministero sugli inconvenienti di considerare nei Licei alcune discipline come meno importanti di altre. Il Prof. Blaserna trova inopportuno chiedere per ora di più in favore delle scienze sperimentali, ed il Prof. Ròiti consiglia d'attendere la risoluzione del quesito pendente pel coordinamento della Matematica colla Fisica.

Il Presidente, sentito dai Direttori del *Nuovo Cimento* che in questi giorni non si è potuto stabilire nulla di definitivo per la compilazione del giornale, raccomanda di nuovo a tutti i Soci di far conoscere i loro desideri ai Professori Battelli e Volterra. Raccomanda inoltre che la questione dei periodici ricevuti in cambio sia definita prima dell' anno prossimo, e confida che essi restino patrimonio della Società Italiana di Fisica.

L' esposizione del bilancio, fatta dal Cassiere Prof. Stefanini, è approvata. Il bilancio stesso si chiude con un avanzo di L. 1220,30, dalle quali però dovranno dedursi alcune piccole spese di posta, sostenute dal Vice-segretario Ercolini.

Si passa a discutere le modificazioni all'art. 4 dello Statuto proposte dalla Presidenza:

Tutti ammettono la convenienza che il Presidente abbia vicino a sè il Vice-segretario e che questi sia scelto dal Consiglio anzi che dall'Assemblea.

Torna evidente che possono riuscire incompatibili le due condizioni: durata in carica per un biennio, e rinnovazione per metà d'anno in anno della Presidenza e del Consiglio. Infatti ora il Presidente ed il Vice-presidente sono in carica appena da un anno, e per la parziale rinnovazione è giusto che si ritiri quegli che da più tempo si trova nell'ufficio di presidenza. Tale è l' opinione che ha indotto il Professore Ròiti a compilare il nostro ordine del giorno ed a proporre che sia tolta dall' art. 4 l' indicazione della durata in carica.

Il Socio Blaserna pensa invece che non convenga rinnovare troppo spesso la Presidenza, ed insiste perchè essa ri-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

manga quest'anno qual'è. Il Consigliere Cardani è pure di questo parere, ma desidera che ogni anno si rinnovino tre Consiglieri. Alla discussione prendono parte il Vice-presidente Righi ed il Socio Ascoli, e finalmente si approva all'unanimità che all'art. 4 dello Statuto, votato nell'Assemblea di Roma, sia sostituito il seguente:

Art. 4. — « L'Assemblea generale elegge fra i Soci un « Presidente, un Vice-presidente, sei Consiglieri, un Segreta- « rio, un Cassiere ed un Bibliotecario.

« Il Presidente ed il Vice-presidente restano nella pro- « pria carica un biennio e non possono essere immediatamente « rieletti alla medesima.

« Tre Consiglieri scadono ogni anno. Gli uscenti sono « designati dall'anzianità nell'ufficio e, a pari anzianità, dalla « sorte. Non possono essere rieletti immediatamente alla ca- « rica occupata.

« Il Segretario, il Cassiere ed il Bibliotecario restano in « carica tre anni, e possono venire immediatamente rieletti.

« Il Consiglio, composto dei Soci aventi le dette cariche « speciali e de' sei Consiglieri, si aggrega un Vice-segretario « che abbia la medesima residenza del Presidente e che scada « insieme con lui.

« Il Consiglio interpreta lo Statuto nei casi dubbi, for- « mula i Regolamenti, delibera il da farsi pel miglioramento « e maggiore sviluppo della Società.

« Il Cassiere tiene i conti della Società e comunica ai « Soci lo stato del bilancio nella *seduta annuale,* prima che « si facciano le nuove elezioni. Cura l'esazione delle tasse « dei Soci, e paga i mandati ad uscita che il Segretario spicca « e fa vistare dal Presidente.

« Il Bibliotecario tiene in ordine e conserva i libri che « la Società stessa riceve, compila e tiene in corrente il « catalogo ».

I Soci Rizzi, Sella, Oddone, Majorana, Pierpaoli, Cirri e Moretto propongono di aggiungere allo Statuto il seguente articolo:

« L'Assemblea della Società Italiana di Fisica può nomi- « nare come Soci onorari scienziati esteri, o coloro che si « sono resi benemeriti della Società stessa ».

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il Presidente, facendo plauso al concetto che informa questa proposta, dice che essa sarà posta all'ordine del giorno per la prossima Assemblea.

Dopo breve discussione, il Regolamento per le esazioni viene approvato nei seguenti termini:

« 1) I Membri della Società Italiana di Fisica sono tenuti « a pagare una quota annua di *Lire diciotto*, ricevendo in cam- « bio il *Nuovo Cimento* e tutte le pubblicazioni della Società.

« 2) Tale quota dovrà essere versata ogni anno, prima « del 31 dicembre.

« 3) Finito l'anno, i Soci che non avranno fatto il ver- « samento saranno avvertiti dal Cassiere che per loro cesserà « l'invio del giornale.

« 4) I Soci che pel 31 Maggio successivo avranno man- « cato di mettersi in regola, saranno diffidati per cartolina « raccomandata.

« 5) Se al 31 Luglio non avranno ancora pagato, si in- « tenderanno dimissionari, e i loro nomi verranno denunziati « alla prossima Assemblea ».

Indi è acclamata la proposta del socio Blaserna, che i Professori Ròiti e Righi rimangano in carica per tutto il 1900: e quindi con essi rimane il Dott. Ercolini nella carica di Vice-segretario. Pure per acclamazione sono confermati per un triennio il Segretario Battelli ed il Cassiere Stefanini.

È del pari confermato nella carica di Bibliotecario il Dott. Pandolfi.

Essendosi deciso di rinnovare subito il Consiglio per metà, oltre gli scaduti Professori Grassi e Pierpaoli, si sorteggia il Prof. Cardani.

Ai tre posti di Consiglieri rimasti così vacanti vengono eletti in prima votazione: il Prof. Ascoli con 38 voti, il Professore Macaluso con 35 voti, ed il Prof. Stracciati con 34 voti, su 48 votanti.

Il Consiglio della Società resta per quest'anno così costituito:

Presidente: Prof. A. Ròiti.

Vice-presidente: Prof. A. Righi.

Consiglieri: Professori A. Naccari, V. Volterra, G. Bongiovanni, M. Ascoli, D. Macaluso e E. Stracciati.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Segretario: Prof. A. Battelli.
Cassiere: Prof. A. Stefanini.
Bibliotecario: Dott. M. Pandolfi.
Vice-segretario: Dott. G. Ercolini.

Il Socio Santarelli esprime il desiderio che la nostra Società e l'Associazione Elettro-tecnica tengano le loro adunanze annuali nella medesima città e nei medesimi giorni. Dopo un breve scambio d'idee in proposito, è approvata all'unanimità la seguente deliberazione:

« La Società Italiana di Fisica, compresa dell'utilità per « la Scienza pura e per la Scienza applicata che i loro cul- « tori abbiano occasione di trovarsi insieme, desiderosa che il « compiacimento provato quest'anno nella compagnia degli « Elettrotecnici abbia a ripetersi, fa voti che la propria Presi- « denza e quella dell'Associazione Elettro-tecnica prendano gli « opportuni concerti affinchè le due Assemblee si trovino in- « sieme il più spesso possibile ».

Il Consigliere Grassi rileva la convenienza che, qualora le due Società non possano adunarsi in una medesima città, sieno per quell'anno convocate in giorni differenti.

Ma per ora, dovendo osservare le prescrizioni del nostro Statuto, bisogna scegliere la sede dell'Assemblea pel 1900: e dopo generosa gara tra chi propone Bologna e chi propone Pisa, si proclama, a meno di poche astensioni, la Città di Pisa.

La seduta si toglie a mezzogiorno, con un plauso al Presidente Prof. Ròiti, proposto dal Senatore Blaserna e dal Professore Battelli.

Il Presidente
A. Ròiti.

I Segretari
O. Cirri ed E. Oddone.

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

N. 79.

ACCOGLIENZE, GITE, VISITE AGLI IMPIANTI ELETTRICI

Fu norma costante dell'Associazione Elettrotecnica Italiana di predisporre nelle proprie Riunioni Annuali alcune visite ad impianti elettrici, per porgere occasione ad ogni Socio di poter avere conoscenza delle innumerevoli e svariate applicazioni delle quali è suscettibile l'elettrotecnica.

In relazione poi all'avvenimento, che molti elettricisti stranieri venivano a Como a rendere omaggio alla scienza elettrica, era ciò tanto più importante per mostrare ad essi che l'Italia non è seconda ad alcuno nei grandiosi impianti che caratterizzano l'epoca presente.

Per cui furono introdotte nel programma le visite agli impianti di Paderno, di Vizzola e di Milano.

Ma questa volta di altre gite ed accoglienze dobbiamo pure far cenno.

La città di Como, fiera e degna madre di Alessandro Volta, volle ospitarne i discepoli dispiegando una ospitalità non si potrebbe dire se più sontuosa o più cordiale. Essa ospitò gli stranieri invitati al Congresso, essa festeggiò i Congressisti con gite, conviti, luminarie e concerti.

Già gli elettricisti si erano una prima volta riuniti al banchetto sociale, cui furono invitati gli stranieri e le autorità, la sera della giornata dell'inaugurazione: parlarono applauditi l'on. Prof. Colombo, il Prof. comm. Cadenazzi, Sindaco di Como, i Prof. Thompson, Pacinotti, Mascart e con altri Gisbert Kapp, che rilevò come, al suo arrivo in questa Italia ritenuta dagli stranieri qual paese di uomini più forti nella genialità che nella iniziativa, non volesse prestar fede alla notizia, che un'opera, richiedente un'organizzazione di tanto lavoro e dispendio, quale l'Esposizione Comense, avesse potuto — rasa a terra dall'incendio — risorgere con subito slancio per virtù dell'indomita volontà della città di Como.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Fragorosi applausi accolsero l'omaggio reso a questa moderna opera che ben equivale in civile valore alle più splendide gesta del valore guerresco.

Da quella serata gli elettricisti si considerarono un'accolta famigliare di amici.

Il giorno 20 settembre — lieta data fra gli Italiani — la città di Como volle spiegare davanti agli ospiti le bellezze del suo lago e li invitò ad una gita in cui, su apposito battello messo gentilmente a disposizione dal Municipio, si costeggiò tutta l'incantevole riva del lago da Cernobbio a Gravedona ridiscendendo a Bellagio meta della gita.

Quivi accolti festosamente dalla popolazione dopo una salita alla pittoresca Villa Serbelloni, nei cui giardini fu presa una fotografia dei Congressisti, si ridiscese al Grand' Hotel Bellagio dove dopo un sontuoso banchetto offerto dal Comune di Como, gli Elettricisti furono elevati al più alto entusiasmo dalle parole dell'On. Prof. Colombo che portò un saluto all'industre Como ed al suo illustre Sindaco, Comm. Cadenazzi.

Sorse di poi fra l'unanime plauso l'On. Sindaco di Como, Comm. Cadenazzi che ringraziò i Congressisti e ricordò il lavoro della Esposizione — tratteggiò la figura di Volta e mandò un saluto a Roma della cui gloriosa liberazione correva in quel dì l'anniversario. Le parole dell'On. Sindaco di Como, che fu garibaldino, suscitarono un interminabile applauso.

Parlarono quindi alcuni stranieri portando essi pure fra la commozione generale il loro saluto a Roma intangibile.

Dopo una visita alla sontuosa Villa Melzi si ritornò a Como trascorrendo sullo specchio tranquillo del lago sotto il magnifico cielo lombardo — salutati festosamente dalle verdi rive dai villeggianti.

A Carate scese il Presidente del Congresso On. Prof. Colombo salutato da ripetuto vivissimo applauso.

Arrivati a Como prima di separarsi, l'On. Sindaco Prof. Cadenazzi fu fatto segno di una calorosa e ben meritata ovazione.

A sera in onore dei Congressisti il Comitato dell' Esposizione organizzò una splendida illuminazione alla veneziana.

L'Ill. Comm. F. Segrè, Prefetto della Provincia di Como, volle egli pure associarsi ai festeggiamenti fatti in onore agli elettricisti e la sera del 21 settembre con somma cortesia li convitò ad un sontuoso banchetto all'Hôtel Plinius.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Il giorno dopo, 22 settembre, i Congressisti si recarono in pio pellegrinaggio alla tomba di Volta; della gita è riferito a pag. 76.

La sera in onore al Sindaco di Como e del Cav. Franchi, Sindaco di Camnago Volta, molti elettricisti diedero un banchetto famigliare e ad un tempo brillante per gaia espansione.

A Congresso chiuso, e cioè la sera del 23 settembre, Como volle congedarsi dagli Elettricisti accogliendoli nelle sale splendidissime del Casino Sociale dove ad uno squisito trattenimento musicale tennero dietro fino al mattino animatissime danze.

Le **Gite agli Impianti** erano predisposte e riassunte in un elegante carnet, dalla Sezione di Milano A. E. I.

Il giorno 25 settembre con apposito treno messo a disposizione dalla Società Adriatica i Congressisti si recarono da Como a **Paderno** dove, ammirato il colossale ponte ad arco, scesero alle opere di presa dell'impianto della Società Edison, percorsero il canale industriale e visitarono il grandioso sfioratore ed infine la Officina Generatrice. Ebbero a guida cortese l'Ing. C. Esterle, Consigliere Delegato, il sig. Ing. Bertini, Direttore, l'Ing. Longhi, ed altri della Società Edison.

L'opera superba è descritta già negli Atti dell'Associazione e gareggia colle bellezze naturali del panorama che la circonda. Con orgoglio vedemmo quanto fosse ammirata dagli stranieri.

Dopo uno squisito lunch si tornò a Milano dove i Congressisti vennero accolti nelle sale della Società Patriottica a cordiale trattenimento.

Il giorno seguente 26 settembre da Milano con treno offerto dalla Società delle Ferrovie del Mediterraneo i Congressisti si portarono a Somma Lombardo e di là in vettura alle opere di presa dell'Impianto della **Vizzola.**

La Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica aveva fatto distribuire a ciascun congressista un elegante album in cui l'egregio Direttore Ing. A. Scotti aveva riassunto tutto l'impianto.

Sono 19,000 cavalli dinamici che — a mezzo di opere idrauliche di grandiosità romana conducenti 55 mc. d'acqua colla caduta di m. 28 — a mezzo di 7 gruppi turbina-alternatore (rispettivamente di 2000 cav. e di 1650 KW, 11.000 Volt, 50 periodi al 1″), più due gruppi turbina-dinamo eccitatrici (rispettivamente di 220 cav. e di 145 KW), forniranno fra poco l'energia elettrica alla gran plaga in-

Biblioteca nazionale centrale di Roma

dustriale lombarda comprendente Gallarate, Busto Arsizio, Legnano, Saronno, Lomazzo, Castiglione-Olona, Sesto Calende.

Del macchinario 2 turbine da 2000 cav. sono della Casa J. M. Voith le rimanenti della ditta ing. Riva, Monneret e C. di Milano. Il macchinario elettrico è della Società Anonima di Elettricità già Schuckert e C.

I Congressisti furono guidati cortesemente dal Direttore ing. A. Scotti e dagli altri ingegneri della Società che fornirono ogni minuto dettaglio sull'opera. La Società ebbe pure l'idea geniale di convogliare gli elettricisti dalla presa alla Officina generatrice con barche ornate sul canale Villoresi.

Dopo visitate le opere di presa, in una sala dello Stabilimento di candeggio e fabbrica di merletti del Duca Visconte di Modrone, la Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica offrì una squisita colazione agli ospiti, alla fine della quale parlarono applauditi il Prof. M. Ascoli ringraziando a nome degli Elettricisti, ed il Senatore E. De Angeli, Presidente della Società, porgendo loro il benvenuto.

La sera del 26 stesso la Sezione di Milano ed i propri Soci in unione alla Società Generale Italiana Edison di Elettricità convitarono tutti i Congressisti ad un banchetto di congedo all'Hôtel Rebecchino in Milano. Quivi dopo acclamati brindisi del Comm. Pirelli, Presidente della Sezione Milano A. E. I., dell'Ing. Esterle, Consigliere Delegato della Società Edison, del Cav. Maggiotti, Commissario regio, dei Prof. Thompson, Hospitalier, Ascoli, Battelli, dell'Ing. De Andreis e di altri, i Congressisti si separarono desiderosi di rinnovare presto il simpatico convegno.

Alla città di Como che usò ai Congressisti una splendida ed indimenticabile ospitalità, ed in particolar modo all'On. Sindaco di Como Comm. Ing. G. B. Cadenazzi che fu l'anima di tanto riuscite accoglienze — all'on. Comitato dell'Esposizione che curò gli alloggi dei Congressisti, accordò loro libero accesso all'Esposizione, organizzò concerti e luminarie in loro onore, all'on. Comitato dell'Esposizione di Arti belle ed Arte Sacra che pure concedette l'ingresso libero, — alla Società Lariana ed alla Società della Ferrovia di Brunate che accordarono facilitazioni sui trasporti, — ed infine alla Società del Casino nei cui locali furono tenute molte sedute del Congresso e che invitò i Congressisti allo splendidissimo ricevimento, — la Presidenza del Congresso interprete del pensiero di tutti i Congressisti rinnova qui l'attestazione della più intensa e perenne gratitudine.

Biblioteca nazionale centrale di Roma

Uguali sensi di animo gratissimo porge la Presidenza del Congresso all'ill. sig. Comm. F. Segrè ed alla gentile sua Signora per avere con tanto lustro data testimonianza dell'interesse loro pel Congresso in onore a Volta.

Porge poi vivi ringraziamenti alle Società Ferroviarie che eseguirono gratuitamente e con vera splendidezza i trasporti per le visite agli impianti, — alla Società Lombarda per la distribuzione dell'energia elettrica, alla Società Generale Edison di Elettricità che permisero la visita dei loro impianti e furono larghe ai Congressisti di accoglienze cordialissime, — alla Società Patriottica di Milano che volle accolti i Congressisti nelle proprie sale, — ed infine alla Sezione e ai Soci della Sezione di Milano dell'Associazione Elettrotecnica Italiana che in unione alla Società Edison coronarono col geniale banchetto questa festa della scienza e della tecnica.

Infine coglie qui l'occasione di ringraziare pur la Ditta Gadda e C., il Tecnomasio Italiano, il chiaro Prof. Ponci, Preside del Liceo di Como e l'Officina Comunale del Gas ed Energia Elettrica di Como che fornirono molti apparecchi, le condutture ad alta e bassa tensione per le esperienze eseguite durante alcune letture.

Nel passato Congresso abbiamo visto due giovani Associazioni italiane cultrici delle scienze elettriche riunite ad un'opera già largamente fruttuosa. — Abbiamo pure avuto campo di ammirare degli impianti sorti in Italia di altissima importanza e veramente modello. Questo fece affermare agli ospiti stranieri, ed a noi pure consente di ritenere che la terra che ebbe Alessandro Volta per figlio, e che pur ora si discoprì ricca di un nuovo dono naturale — la dovizia delle cadute d'acqua — procede nel cammino della scienza e dell'industria elettrica con passo sempre più sicuro ed alacre, e con fede degna delle nobili tradizioni e dei destini cui ogni Italiano anela pel proprio paese.

Il Segretario Generale
Ing. A. Panzarasa.

FINE DEL VOLUME III.

HAZ... VIA ... EMANUELE

Ing. A. PANZARASA, *Redattore responsabile.*

742658

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca nazionale centrale di Roma

CONSIGLIO CENTRALE A. E. I.

(Triennio 1900-1902.)

Sede Centrale - Torino, Via Accademia delle Scienze, 4.

Presidente: Prof. GUIDO GRASSI.
Vice-Presidenti: Prof. MOISÈ ASCOLI
On. Prof. GIUSEPPE COLOMBO
Prof. STEFANO PAGLIANI.
Segretario Generale: Ing. RAFFAELE PINNA.
Cassiere: Ing. ALESSANDRO ARTOM.

Consiglieri delegati dalle Sezioni:

Torino. — Ing. Alfredo Diatto — Ing. L. Garrone — Ing. Giorgio Schultz.
Milano. — Ing. Ettore Conti — Ing. Carlo Esterle — Prof. Franc. Grassi — Ing. A. Panzarasa — Ing. G. B. Pirelli — Ing. Cesare Saldini.
Genova. — Ing. Giovanni Barberis — Ing. Epimenide Simonetti.
Bologna. — Prof. L. Donati — Ing. P. Lanino.
Roma. — Prof. Guglielmo Mengarini — Ing. Italo Brunelli.
Napoli. — Ing. Franc. Amicarelli — Ing. Mario Bonghi.
Palermo. — Prof. Damiano Macaluso — Ing. Giuseppe Ottone.

Presidenti antecedenti: Galileo Ferraris (dal 27 Dic. 1896 al 7 Febb. 97)
On. Prof. Giuseppe Colombo (1897-99).

Biblioteca nazionale centrale di Roma

CONSIGLI DELLE SEZIONI A. E. I.

Torino, *Via Accademia delle Scienze, 4.*

Presidente: Comm. Roberto Cattaneo.
Vice Presidente: Ing. Dott. Prof. Luigi Lombardi.
Segretario: Cav. Ing. Enrico Segrè.
Cassiere: Ing. Alessandro Artom.
Consiglieri: Ing. Aristide Caramagna — De Sauteiron Capitano Carlo — Ing. Prof. Lorenzo Ferraris — Prof. Antonio Garbasso — Ing. Ettore Morelli — Ing. Vittorio Tedeschi.

Milano, *Via S. Paolo, 10.*

Presidente: Ing. Cav. Prof. Luigi Zunini.
Vice Presidente: Ing. Alessandro Panzarasa.
Segretario: Ing. Carlo Monti.
Cassiere: Ing. Angelo Bianchi.
Consiglieri: Ing. Prof. Riccardo Arnò — Ing. Angelo Bertini — Ing. Ettore Conti — Ing. Prof. Francesco Grassi — Ing. Emanuele Jona — Ing. Luigi Pontiggia.

Genova, *Via Davide Chiossone, 7.*

Presidente: Ing. Cav. Prof. S. A. Rumi.
Vice Presidente: Ing. Cav. Uff. Col. Federico Pescetto.
Segretario: Ing. Domenico Sertorio.
Cassiere: Cav. Saverio Audisio.
Consiglieri: Ing. Luigi Balbi — Ing. Cav. Silvio Bianchi — Ing. Celso Grillo — Ing. Cav. G. Raggio.

Bologna, *Via Galliera, 14.*

Presidente: Prof. Cav. Luigi Donati.
Vice Presidente: Ing. Cav. Uff. Enrico Cairo.
Segretario: Ing. Alfredo Donati.
Cassiere: Ing. Pietro Lanino.
Consiglieri: Ing. Prof. Cav. L. Canevazzi — Cav. Cesare Venegone — Dott. Lavoro Amaduzzi — Ing. Ant. dalla Noce.

Roma, *Scuola Applicazione Ingegneri.*

Presidente: Prof. Moisè Ascoli.
Vice Presidente: Prof. Angelo Banti.
Segretario: Ing. Ferruccio Celeri.
Cassiere: Ing. Comm. Oreste Lattes.
Consiglieri: Ing. Cav. Guido Brocchi — Ing. Giovanni Giorgi — Ing. Riccardo Salvadori — Prof. Alfonso Sella.

Napoli, *Via Università, 50.*

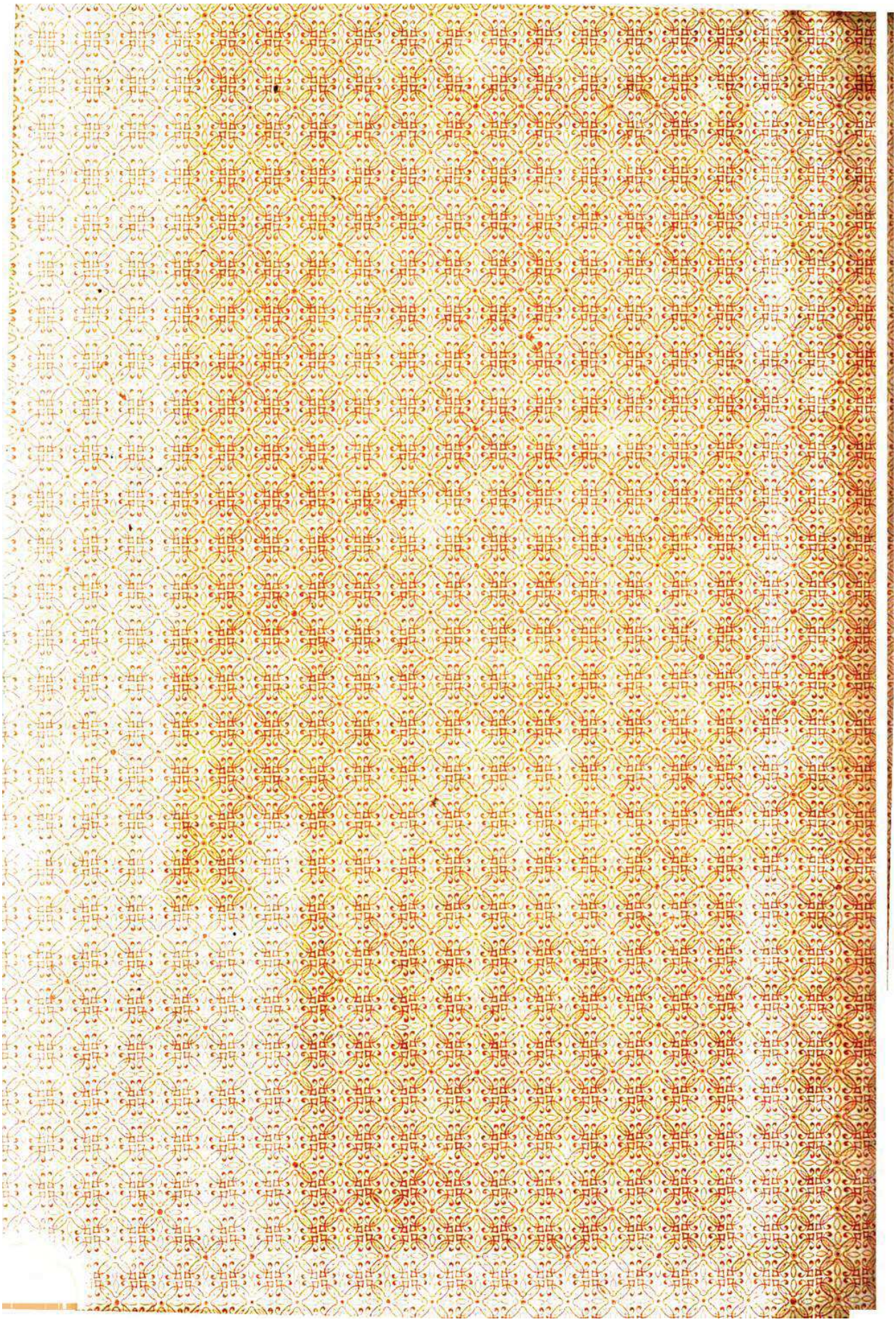
Presidente: Ing. Cav. Uff. Vittorio Kraft.
Vice Presidente: Cav. Uff. Prof. Ing. Paolo Boubée.
Segretario: Ing. Giacomo Oliva.
Cassiere: Ing. Giorgio De Cristoforo.
Consiglieri: Ing. Cav. F. Amicarelli — Prof. Comm. G. Bruno — Prof. Orazio Rebuffat — Ing. M. Pizzuti.

Palermo, *Via Maqueda, 175.*

Presidente: Cav. Prof. Stefano Pagliani.
Vice Presidente: Cav. Ing. Emilio Piazzoli.
Segretario: Ing. Gaetano Buttafarri.
Cassiere: Ing. Francesco Agnello.
Consiglieri: Ing. Antonio Messina — Ing. Eugenio Prandoni — Ing. Giuseppe Ottone — Ing. Giacinto Agnello.

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma



Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma

Biblioteca
nazionale
centrale
di Roma